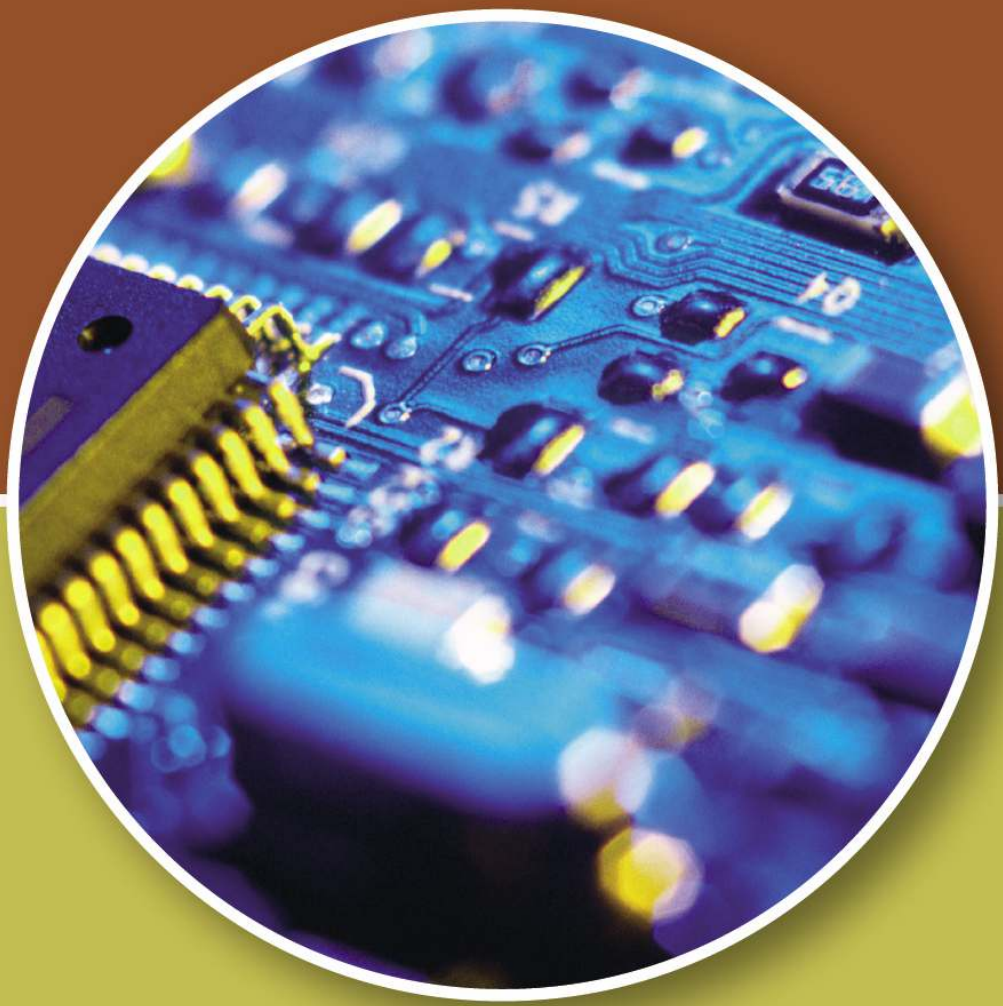
DISEÑO Y DESARROLLO DE CIRCUITOS IMPRESOS CON KiCad



MIGUEL PAREJA APARICIO

Alfaomega

Libros R

Diseño y desarrollo de circuitos impresos con KICAD

Miguel Pareja Aparicio

Alfaomega

libros

Datos catalográficos

Pareja, Miguel
Diseño y desarrollo de circuitos impresos con KICAD
Primera Edición

Alfaomega Grupo Editor, S.A. de C.V., México

ISBN: 978-607-707-009-2

Formato: 17 x 23 cm Páginas: 240

Diseño y desarrollo de circuitos impresos con KICAD
Miguel Pareja Aparicio
ISBN: 978-84-937769-1-6 edición original publicada por RC Libros, Madrid, España
Derechos reservados © RC Libros

Primera edición: Alfaomega Grupo Editor, México, julio 2010

© 2010 Alfaomega Grupo Editor, S.A. de C.V.
Pitágoras 1139, Col. Del Valle, 03100, México D.F.

Miembro de la Cámara Nacional de la Industria Editorial Mexicana
Registro No. 2317

Pág. Web: **http://www.alfaomega.com.mx**
E-mail: **atencionalcliente@alfaomega.com.mx**

ISBN: 978-607-707-009-2

Derechos reservados:
Esta obra es propiedad intelectual de su autor y los derechos de publicación en lengua española han sido legalmente transferidos al editor. Prohibida su reproducción parcial o total por cualquier medio sin permiso por escrito del propietario de los derechos del copyright.

Nota importante:
La información contenida en esta obra tiene un fin exclusivamente didáctico y, por lo tanto, no está previsto su aprovechamiento a nivel profesional o industrial. Las indicaciones técnicas y programas incluidos, han sido elaborados con gran cuidado por el autor y reproducidos bajo estrictas normas de control. ALFAOMEGA GRUPO EDITOR, S.A. de C.V. no será jurídicamente responsable por: errores u omisiones; daños y perjuicios que se pudieran atribuir al uso de la información comprendida en este libro, ni por la utilización indebida que pudiera dársele.

Edición autorizada para venta en México y todo el continente americano.

Impreso en México. Printed in Mexico.

Empresas del grupo:

México: Alfaomega Grupo Editor, S.A. de C.V. – Pitágoras 1139, Col. Del Valle, México, D.F. – C.P. 03100.
Tel.: (52-55) 5089-7740 – Fax: (52-55) 5575-2420 / 2490. Sin costo: 01-800-020-4396
E-mail: atencionalcliente@alfaomega.com.mx

Colombia: Alfaomega Colombiana S.A. – Carrera 15 No. 64 A 29 – PBX (57-1) 2100122, Bogotá, Colombia, Fax: (57-1) 6068648 – E-mail: scliente@alfaomega.com.co

Chile: Alfaomega Grupo Editor, S.A. – General del Canto 370-Providencia, Santiago, Chile
Tel.: (56-2) 235-4248 – Fax: (56-2) 235-5786 – E-mail: agechile@alfaomega.cl

Argentina: Alfaomega Grupo Editor Argentino, S.A. – Paraguay 1307 P.B. "11", Buenos Aires, Argentina, C.P. 1057 – Tel.: (54-11) 4811-7183 / 8352, E-mail: ventas@alfaomegaeditor.com.ar

Contenido

INTRODUCCIÓN.....IX

CAPÍTULO 1. CONCEPTOS GENERALES 1

1.1. Introducción 1
1.2. Footprint, huella o módulo 1
1.3. Encapsulados.....2
1.4. Pads, nodos o isletas.....5
1.5. Pistas.....7
1.6. Elección del ancho de pista 9
1.7. Elección del ancho de Pad, nodo o isleta.....13
1.8. Distribución de componentes 14
1.9. Reglas básicas del trazado de pistas 15
1.10. Obstáculos y textos.....19
1.11. Rejilla o grid 21
1.12. Capas 22
1.13. Serigrafía 23
1.14. Vías 25
1.15. Librerías 26
1.16. Actividades.....28

CAPÍTULO 2. INTRODUCCIÓN A KICAD.....31

2.1. Introducción 31
2.2. Instalación 32
2.2.1. Introducción 32
2.2.2. Obtener aplicación 33
2.2.3. Instalación Windows 34
2.2.4. Instalación en Linux 37
2.3. Utilización de Kicad 39
2.3.1. Ficheros 39
2.3.2 Pantalla general 40
2.4. Actividades 46

CAPÍTULO 3. EDICIÓN DE ESQUEMAS CON KICAD 49

3.1. Introducción 49
3.2. Pantalla de edición de esquemas: Eeschema 50
3.3. Edición esquema 55
3.3.1. Estudio del circuito 55
3.3.2. Crear proyecto 57
3.3.3. Editar esquema 58
3.3.4. Acciones útiles para editar esquemas 63
3.4. Inclusión de etiquetas 66
3.4.1. Ejemplo I 66
3.4.2. Ejemplo II 68
3.5. Bus de datos 70
3.6. Diseño jerárquico 72
3.6.1. Introducción 72
3.6.2. Cambiar tamaño de hoja 73
3.6.3. Navegador de jerarquía 74
3.6.4. Establecer jerarquía 77

© Alfaomega - RC Libros

3.7. Edición de cajetín 83
3.8. Librerías 84
3.9. Actividades 85

CAPÍTULO 4. CREAR PLACA DE CIRCUITO IMPRESO CON KICAD ... 89

4.1. Introducción 89
4.2. Pantalla de edición de placa circuito impreso: Pcbnew 90
4.3. Pantalla de Netlist: CvPcb 95
4.4. Crear placa de circuito impreso desde esquema 96
4.4.1. Introducción 96
4.4.2. Crear netlist 98
4.4.3. Diseño de la placa de circuito impreso 102
4.5. Tamaño y tipo de isletas 106
4.5.1. Modificar de forma individual 106
4.5.2. Copiar características entre isletas 108
4.5.3. Edición global de isletas 109
4.6. Edición de pistas 110
4.6.1. Introducción 110
4.6.2. Editar tamaño de pistas y rejilla 111
4.6.3. Tamaños de pista disponibles 112
4.6.4. Modificar tamaño de pista 113
4.6.5. Incluir vías 115
4.7. Añadir Texto 116
4.8. Autorutado 117
4.9. Relleno de zonas 118
4.10. Incluir taladros 120
4.11. Guardar ficheros y copia seguridad 122
4.12. Resultado en tres dimensiones 122
4.13. Librerías 123
4.14. Actividades 124

© Alfaomega - RC Libros

CAPÍTULO 5. NUEVOS COMPONENTES PARA KICAD 131

5.1. Introducción 131
5.2. Pantalla editor de símbolos: Libedit 132
5.3. Pantalla editor de módulos: Modedit 135
5.4. Crear nuevo componente I: símbolo a partir de otro y módulo a partir de cero 140
5.4.1. Estudio del componente 140
5.4.2. Editar símbolo: modificar uno disponible 142
5.4.3. Editar módulo: desde cero 145
5.5. Placa de circuito impreso con componentes creados 149
5.5.1. Introducción 149
5.5.2. Estudio del Circuito: amplificador de 68W 150
5.5.3. Añadir librería Eeschema: edición esquema 151
5.5.4. Añadir librería CvPcb: Netlist 154
5.5.5. Añadir librería Pcbnew: edición placa circuito impreso 156
5.5.6. Resultado en 3D 158
5.6. Crear nuevo componente II: símbolo a partir de otro y módulo a partir de cero 159
5.6.1. Introducción 159
5.6.2. Editar símbolo: desde cero 159
5.6.3. Editar módulo: modificar uno disponible 164
5.6.4. Crear placa de circuito impreso 166
5.7. Obtener nuevas librerías 167
5.8. Actividades 171

CAPÍTULO 6. EDICIÓN Y REPRESENTACIÓN EN 3D 173

6.1. Introducción 173
6.2. Aplicación de edición de componentes en 3D 173
6.3. Ficheros 178

© Alfaomega - RC Libros

6.4. Asociación de nueva representación en 3D 179
6.5. Ejemplo de modificación de la representación en 3D 179
6.6. Obtener nuevas librerías I 185
6.7. Obtener nuevas librerías II 187
6.8. Actividades 189

CAPÍTULO 7. IMPLEMENTACIÓN FÍSICA DEL DISEÑO 193

7.1. Introducción 193
7.2. Ficheros Gerber en Kicad 194
7.2.1. Los ficheros Gerber 194
7.2.2. Generar ficheros Gerber 196
7.2.3. Visualización ficheros Gerber 197
7.3. Impresión del diseño 198
7.4. Implementar placa de circuito impreso 200
7.4.1. Transferencia térmica 200
7.4.2. Insolado 201
7.4.3. Protección de la placa 203
7.5. Tipos de placas 203
7.6. Nociones básicas de soldadura 204
7.7. Actividades 206

CAPÍTULO 8. APLICACIONES ASOCIADAS A KICAD 209

8.1. Introducción 209
8.2. Paso de Tinycad a Kicad 209
8.3. Edición de esquemas con tinycad 212
8.3.1. Ventana de trabajo 212
8.3.2. Modo de trabajo 213
8.4. Quick Kicad Library Component Builder 216
8.5. Actividades 218

© Alfaomega - RC Libros

BIBLIOGRAFÍA 221

ÍNDICE DE FIGURAS 223

ÍNDICE ALFABÉTICO 229

© Alfaomega - RC Libros

Introducción

Cualquier técnico electrónico o aficionado (electrónica, robótica, informática, etc.) se hallará en algún momento de su vida, con la necesidad de realizar una placa de circuito impreso. Puede hallar multitud de aplicaciones que le faciliten las tareas de diseño, pero ¿qué aplicación debe utilizar?

Pues si tiene formación técnica, lo más seguro es que conozca aplicaciones de pago, y para un usuario o empresario que no realice placas de circuito impreso de forma asidua, ese gasto no será viable. En consecuencia, se describe en esta obra la aplicación libre *Kicad*.

Kicad es una aplicación muy sencilla de utilizar, si el usuario ha trabajado con alguna aplicación de diseño electrónico (editor de esquemas o editor de placa de circuito impreso); de lo contrario no es excesivamente complejo siguiendo los pasos que se muestran en cada capítulo, incluso si no ha trabajado con ninguna otra aplicación de diseño de placas de circuito impreso. Además, dispone de la opción de visualización en 3D, que es de gran ayuda para el posterior montaje o para ser incluida en la documentación del diseño o proyecto, y la capacidad que tiene de integración entre las versiones de distintas plataformas (*Linux* y *Windows*).

Como la obra se destina a aficionados o técnicos novatos se incluye en el capítulo 1 una serie de anotaciones o definiciones relacionadas con aplicaciones de diseño de placas de circuito impreso. El lector puede pasarlas por alto si le son familiares y pasar directamente a los siguientes capítulos.

Los capítulos 2 y 3 tratan la edición de esquemas y la creación de la placa de circuito impreso.

En algunos casos será necesario crear nuevos componentes, para ello se incluye el capítulo 4 en el que se describe cómo crear un nuevo símbolo y módulo, dejando para el capítulo 5 la modificación de cada módulo en su representación en 3D.

En el capítulo 6 se analizan a los archivos *Gerber* y algunas notas sobre la implementación de la placa de circuito impreso.

Para completar la obra, se incluye el capítulo 7 con aplicaciones relacionadas con *Kicad*.

En resumen, encontrará en esta obra toda la información para realizar su propia placa de circuito impreso con la aplicación libre *Kicad* sin tener que realizar ninguna consulta externa. Además, se ha pretendido reducir al máximo (sin dejar nada sin comentar) y mostrando una buena cantidad de ejemplos. Como apoyo a la docencia, se ha incluido un último apartado en cada capítulo para realizar tareas por parte del alumno, para que el profesor pueda supervisar los conceptos vistos.

NOTA IMPORTANTE:

En la obra se incluye el texto:

"…clic en "Numerar componentes" (icono u de la figura 3.1)…"

El texto entre comillas es el texto que aparece al colocar el cursor sobre el icono en cuestión.

Entre paréntesis se incluye un icono con una letra que se corresponde con la que aparece en la figura adyacente. En el ejemplo se corresponde con el icono u que se indica directamente en la figura 3.1.

Para facilitar la localización de la figura en la obra, se incluye al final, después de la bibliografía, un índice de ilustraciones con el número de página en donde se encuentra con la leyenda que define a la figura.

En el ejemplo, tras consultar el índice de ilustraciones se puede saber que se encuentra en la página 51:

"Figura 3.1.- Barra de herramientas superior EEschema. 51"

© Alfaomega - RC Libros

CAPÍTULO 1

CONCEPTOS GENERALES

1.1. INTRODUCCIÓN

Se han incluido en este capítulo definiciones que se utilizarán a lo largo de la obra para la creación de placas de circuito impreso por ordenador. Aunque en posteriores capítulos nos centraremos en una aplicación concreta, *Kicad*, este capítulo es más generalista y trata temas que se pueden aplicar a cualquier otra aplicación.

1.2. FOOTPRINT, HUELLA O MÓDULO

Un *footprint*, huella o módulo, es la representación gráfica que se utiliza para la conexión del componente sobre la placa de circuito impreso, suele ir acompañada de unos taladros rodeados de cobre (denominados *pads*, ver apartado 1.4) que interconectan sus terminales y de unos dibujos (denominados obstáculos) que dan información al creador sobre su tamaño y colocación.

La traducción literal de la palabra *footprint* es huella dactilar, por eso en algunos libros (principalmente traducciones del inglés) se le llama huella. Aunque en otros libros se le llama módulo o directamente con la palabra *footprint*.

En este y posteriores capítulos se va a utilizar módulo.

En la figura 1.1 se pueden ver varios módulos utilizados para transistores.

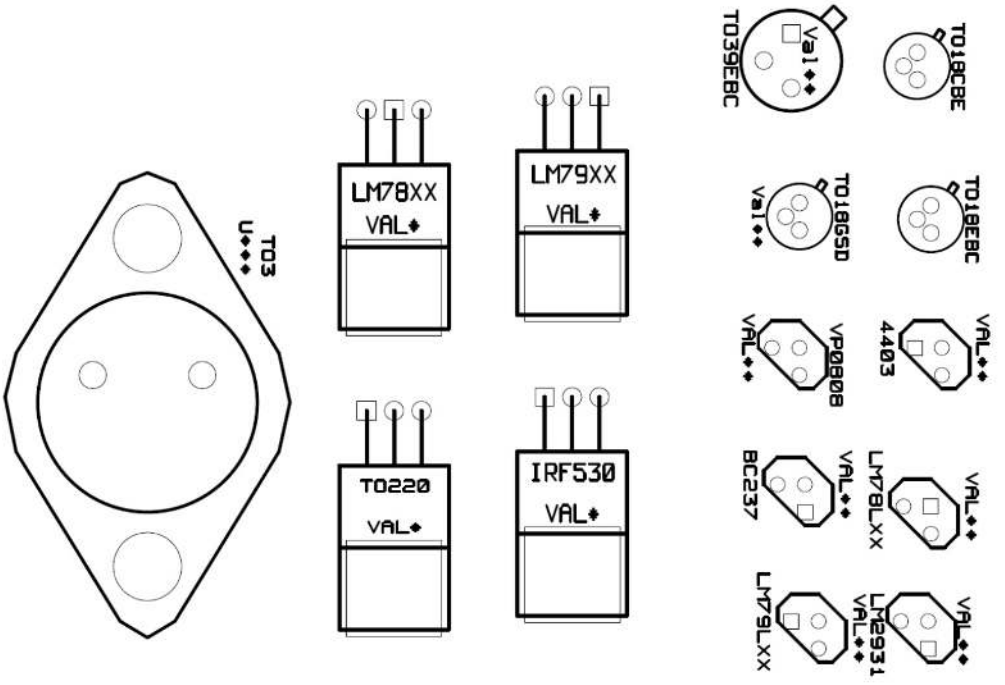


Figura 1.1. Módulos para transistores.

1.3. ENCAPSULADOS

Los encapsulados es el componente físicamente. Aunque existe una clara relación con el módulo, se tratan de conceptos distintos. Debido a que hay una cantidad de componentes que presentan los mismos encapsulados, por ejemplo: transistores con distintas características (intensidad, tensión, etc.) a la vista son iguales (excepto por la numeración que los identifica).

© Alfaomega - RC Libros

Por ejemplo, en la figura 1.1 se muestran los módulos para transistores y en la figura 1.2 se muestran los encapsulados para transistores. Con este ejemplo el lector puede ver a simple vista la diferencia entre uno y otro término.

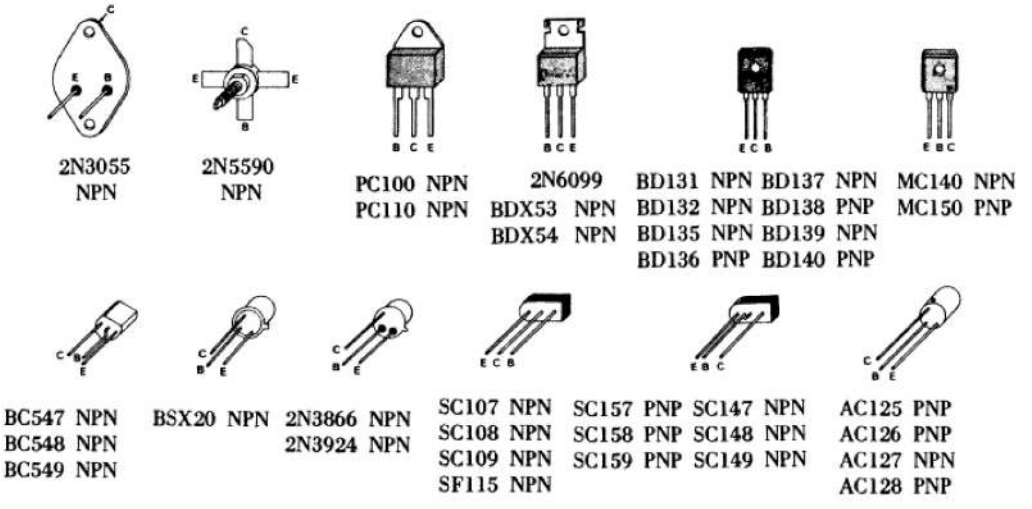


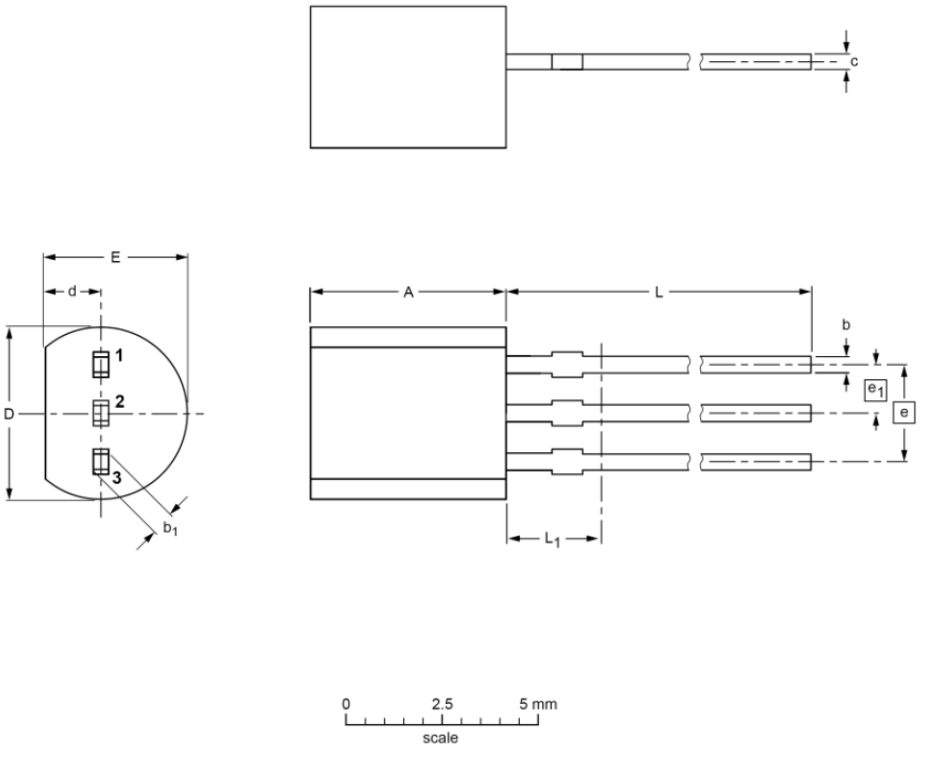
Figura 1.2. Encapsulados para transistores.

Cuando se crea una placa de circuito impreso, se puede tener la necesidad de crear un nuevo módulo, puesto que puede que no esté disponible en la aplicación a utilizar (ver capítulo 5). En consecuencia se debe consultar el encapsulado del componente para diseñar su módulo (ver apartado 1.2), el cual se utilizará para el diseño de la placa de circuito impreso.

Para realizar el estudio del encapsulado, se puede partir del componente real y con una regla milimetrada se toman las medidas necesarias, o se puede recurrir a las hojas de características del componente.

Cuando se recurre a las hojas de características, se dispone de un apartado denominado *Package Dimensions*, en donde se encuentran todas las medidas del componente; por ejemplo, en la figura 1.3 se muestra el encapsulado de un transistor *NPN* de propósito general.

© Alfaomega - RC Libros



DIMENSIONS (mm are the original dimensions)

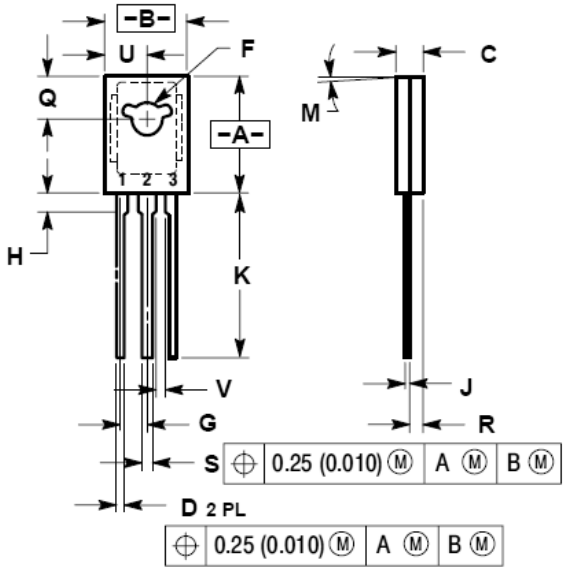
UNIT	A	b	b_1	c	D	d	E	e	e_1	L	L_1(1) max.
mm	5.2 5.0	0.48 0.40	0.66 0.55	0.45 0.38	4.8 4.4	1.7 1.4	4.2 3.6	2.54	1.27	14.5 12.7	2.5

Figura 1.3. Encapsulado bc549.

Así conviene estar familiarizado con la conversión de milímetros a décimas de pulgadas, y viceversa. Las pulgadas son una unidad de medida de longitud que equivale a la medida del dedo pulgar, se representa por: ", pulg., in (inches). Una pulgada equivale a 25,4 milímetros, los milímetros se representan como mm. Para ajustar la medida, se puede utilizar una décima de pulgada, que equivale a 2,54 mm (esta medida es la que corresponde con las hojas de papel milimetrado). Otro ejemplo se muestra en la figura 1.4, en la que se muestran las medidas de un transistor NPN de media potencia y donde se incluyen las medidas en pulgadas y milímetros (tabla de la derecha).

 © Alfaomega - RC Libros

Tomando las referencias del encapsulado, se procederá a la elección o creación del módulo.



DIM	INCHES		MILLIMETERS	
	MIN	MAX	MIN	MAX
A	0.425	0.435	10.80	11.04
B	0.295	0.305	7.50	7.74
C	0.095	0.105	2.42	2.66
D	0.020	0.026	0.51	0.66
F	0.115	0.130	2.93	3.30
G	0.094 BSC		2.39 BSC	
H	0.050	0.095	1.27	2.41
J	0.015	0.025	0.39	0.63
K	0.575	0.655	14.61	16.63
M	5° TYP		5° TYP	
Q	0.148	0.158	3.76	4.01
R	0.045	0.065	1.15	1.65
S	0.025	0.035	0.64	0.88
U	0.145	0.155	3.69	3.93
V	0.040	---	1.02	---

STYLE 1:
PIN 1. EMITTER
2. COLLECTOR
3. BASE

Figura 1.4. Encapsulado bd137.

1.4. PADS, NODOS O ISLETAS

Los *Pads*, nodos o isletas, se corresponden con la interconexión de cada uno de los pines de los componentes a la placa de circuito impreso. Dependiendo de la aplicación o documentación se utilizará una u otra denominación.

En este libro se va a utilizar la denominación de isleta, por considerarla como mejor definición.

Las isletas son de diferentes tipos: cuadradas, redondas, ovaladas o para *SMD*. En función del tipo, hay que definir sus medidas. Hay que tener en cuenta que los módulos tienen definido el tamaño de las isletas y después, para un diseño en cuestión, debe ser modificado.

Por ejemplo, en la figura 1.5 se muestran las medidas a utilizar en una isleta redonda definida por los diámetros interior (diámetro *d*) y exterior (diámetro

D). Dependiendo de la aplicación a utilizar, el diámetro interior se puede definir como diámetro del taladro (diámetro *d*), puesto que es el hueco necesario para la colocación de los pines del componente.

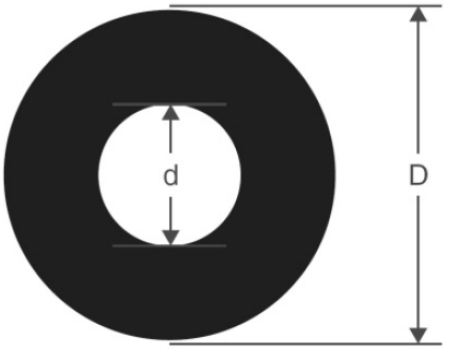


Figura 1.5. Isleta redonda.

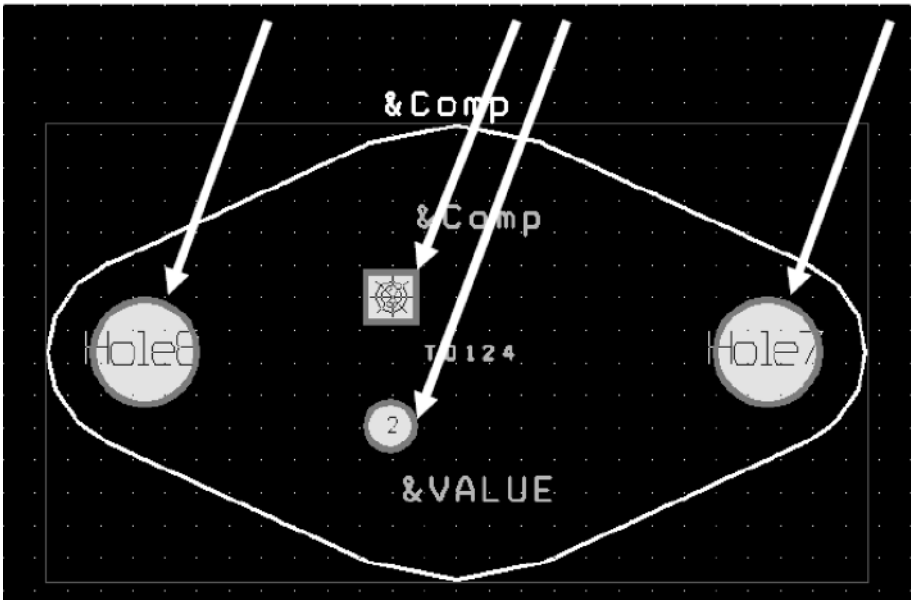


Figura 1.6. Isletas del componente.

© Alfaomega - RC Libros

En la figura 1.6 se indican las isletas del componente *TO124*. Se puede apreciar la isleta cuadrada para el pin 1 del transistor, cómo el pin 2 es de menor tamaño, además de dos isletas para los tornillos de sujeción del transistor al disipador como si fueran taladros, que se corresponden con el pin 3 del transistor.

Existen unos tipos de isletas especiales denominados: taladros de fijación y vías (ver apartado 1.14).

- Taladros de fijación: se utilizan para la sujeción de la placa de circuito impreso, situándose en la periferia unas isletas con un tamaño del taladro (valor aproximado de 3 mm).

- Vías: se usan para la interconexión de pistas (ver apartado 1.5) situadas en distintas capas (ver apartado 1.12); asimismo, se pueden utilizar para el mismo fin los pines de los componentes.

1.5. PISTAS

Las pistas son las uniones de cobre que interconectan físicamente los pines de los componentes en la placa de circuito impreso.

En las diferentes aplicaciones se representan como líneas que interconectan las isletas o nodos. Dependiendo de la aplicación y de las capas (ver apartado 1.8), se pueden identificar con uno u otro color desde la ventana de edición de la aplicación utilizada.

En la figura 1.7 se puede ver un ejemplo (se trata de un pequeño diseño de un regulador de fase -*dimmer*- para el control de luminarias) para que el lector aprecie tanto las isletas (ver apartado 1.4) como las pistas que conforman las partes del diseño de una placa de circuito impreso con el ordenador.

© Alfaomega - RC Libros

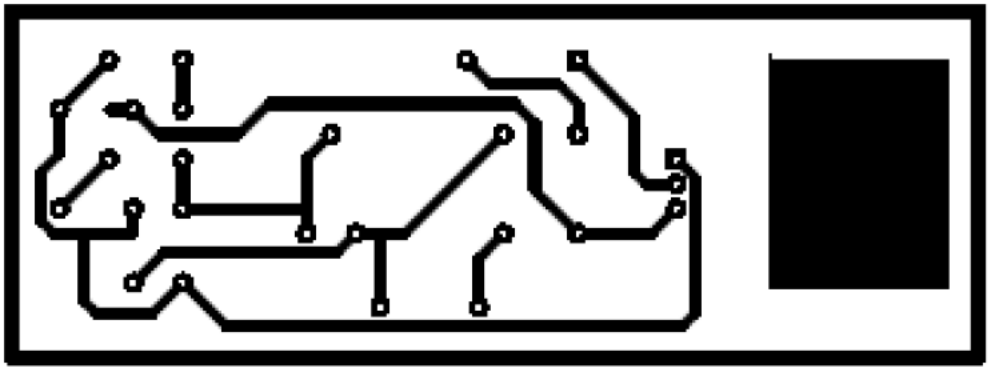


Figura 1.7. Pistas e isletas.

Figura 1.8. Implementación física.

© Alfaomega - RC Libros

Hay que comentar que el proceso de implementación de la placa de circuito impreso es la realización de las líneas negras que se pueden ver en la figura 1.6; después, las pistas se convertirán en líneas de cobre que servirán de unión entre los componentes que irán situados en las isletas mediante soldadura de cobre.

Así pues, en la figura 1.8 se muestra el resultado real de la implementación de la placa de circuito impreso de la figura 1.7 junto a la colocación de todos los componentes. En el diseño se ha elegido la colocación en una estructura de aluminio para su posterior instalación y protección del circuito impreso, siendo solo visible por parte del usuario del circuito el botón del potenciómetro, además de disponer de un interruptor externo (colocado en una caja universal empotrada) de puesta en marcha.

También se puede apreciar que se debe dejar un cierto espacio para la colocación de los radiadores, tal y como se puede ver en la figura 1.7, dicho espacio puede estar determinado por su módulo.

En consecuencia, se debe tener en cuenta para la situación de las diferentes pistas.

1.6. ELECCIÓN DEL ANCHO DE PISTA

El ancho de las pistas dependerá de la corriente; por ejemplo, para una placa de recubrimiento de 35 micras acepta unos valores de corriente en función del ancho:

- Para una intensidad de 2 amperios, se puede utilizar un ancho de pista de 0,8 milímetros.
- Para una intensidad de 5 amperios, se puede utilizar un ancho de pista de 2 milímetros.
- Para una intensidad de 10 amperios, se puede utilizar un ancho de pista de 4,5 milímetros.

© Alfaomega - RC Libros

A la vista de lo dicho anteriormente, resulta evidente que las pistas de alimentación serán más gruesas, porque circula más corriente.

Otra clasificación indica el rango de corrientes que acepta en función del ancho de la pista, tomando como referencia un recubrimiento de 35 micras:

- Para un ancho de pista de 0,5 milímetros, se acepta una corriente máxima de 0,5 amperios.
- Para un ancho de pista de 1,5 milímetros, se acepta una corriente de 2 a 4 amperios.
- Para un ancho de pista de 4 milímetros, se acepta una corriente de 8 a 10 amperios.

A continuación, se muestra una tabla en donde se relaciona el aumento de temperatura que se produce en una pista, en función de: las características de la capa de cobre (denominado como recubrimiento), la anchura de la pista y la corriente que circula. Se muestra el aumento de temperatura para: 10, 20 y 30 grados centígrados de las pistas de cobre.

	ANCHURA DE PISTA (mm)						
Recubrimiento 35µm	0,36	0,40	0,72	1,14	1,78	2,50	3,50
Recubrimiento 70µm			0,36	0,60	0,90	1,30	1,75
$\Delta T^o \rightarrow 10^oC$	0,90	1,00	1,80	2,70	3,70	4,70	5,70
$\Delta T^o \rightarrow 20^oC$	1,20	1,30	2,70	3,80	5,20	6,80	8,30
$\Delta T^o \rightarrow 30^oC$	1,80	1,90	3,50	4,60	6,20	8,20	10,5
	INTENSIDAD ADMISIBLE (A)						

Por ejemplo, consultando la tabla anterior, si se dispone de una placa de circuito impreso con recubrimiento de 35 micras, las pistas tendrán una anchura de 2,50 milímetros; entonces al circular una corriente de 6,80

© Alfaomega - RC Libros

amperios, se producirá un aumento de temperatura en la pista de 20 grados centígrados.

También se puede recurrir a la gráfica que se muestra en la figura 1.9 para un recubrimiento estándar de 35 micras, en la que teniendo en cuenta el aumento de temperatura previsible y la corriente, se obtiene el valor del ancho de pista (indicado en el eje vertical como ancho del conductor).

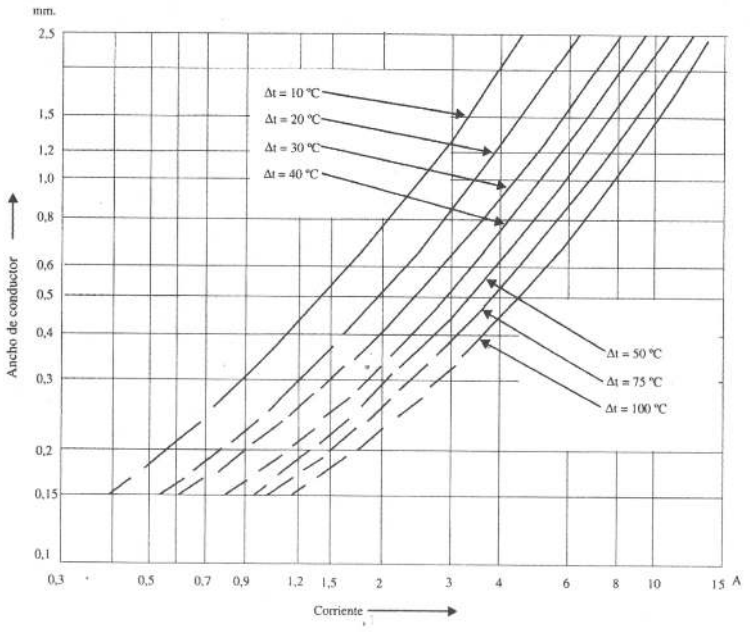


Figura 1.9. Elección de ancho de pista.

Resumiendo y para obtener unas reglas genéricas:

- Para corrientes menores a 300 miliamperios, un valor mínimo de ancho de pista de 0,5 milímetros. Se puede aceptar 0,3 milímetros si se utiliza la técnica de microfresado.

- Para mayores corrientes, se puede escoger la norma de 0,5 milímetros de ancho de pista por cada amperio, como valor límite o mínimo. Algunos autores recomiendan la norma de 1 milímetro de

ancho de pista por cada amperio para un valor estándar de recubrimiento de cobre de la placa de circuito impreso de 35 micras.

- La anchura mínima de las pistas de alimentación será de 2 milímetros.

El estándar general para el diseño de circuitos impresos, ANSI-IPC 2221, recomienda el cálculo del ancho de pista mediante la siguiente ecuación:

$$Ancho = \left(\frac{I}{k1 \cdot \Delta T^{k2}} \right)^{1/k3} \Big/ (L \cdot 1{,}378)$$

En donde:

- I: se corresponde con la corriente máxima, en amperios (A).
- ΔT: se corresponde con el incremento de temperatura máximo (ºC).
- L: se corresponde con el grosor de la capa de cobre, en onzas por pie cuadrado, valor estándar de 35 micras se corresponde con una onza por pie cuadrado (oz/ft²).
- k1: se corresponde con la constante de 0,0150 para pistas internas y 0,0647 para pistas externas.
- k2: se corresponde con la constante de 0,5453 para pistas internas y 0,4281 para pistas externas.
- k3: se corresponde con la constante de 0,7349 para pistas internas y 0,6732 para pistas externas.

El resultado se obtiene en milésimas de pulgadas (mil), para que sirva de ayuda un milímetro equivale a 2,54 milésimas de pulgada.

En la siguiente dirección web, se dispone de una calculadora:

http://circuitcalculator.com/wordpress/2006/01/31/pcb-trace-width-calculator/

© Alfaomega - RC Libros

También hay que tener en cuenta la separación mínima entre las zonas conductoras (las pistas) en función de la tensión de trabajo. A continuación, se muestra una tabla en la que se puede apreciar la separación mínima en milímetros en función de la tensión.

TENSIÓN (V)	SEPARACIÓN MÍNIMA (mm)
0 a 30	0,317
31 a 50	0,444
51 a 150	0,571
151 a 300	0,825
301 a 500	1,587
>500	0,003 mm/V

Por ejemplo, consultando la tabla anterior, la separación mínima será de 0,317 milímetros. Aunque como norma general de diseño se recomienda una distancia mínima de 0,4 milímetros.

1.7. ELECCIÓN DEL ANCHO DE PAD, NODO O ISLETA

En función del tamaño de pista elegido (apartado 1.6), se determinará el tamaño de la isleta o *Pad* (apartado 1.4):

- El tamaño exterior de la isleta será, como mínimo, dos veces el tamaño de la pista que lo conecte.
- Si el tamaño de la pista es de 5 o 6 milímetros, se escogerá un tamaño externo de isleta igual al ancho de la pista que lo conecte.

Los taladros que suelen utilizarse son de 0,8 a 1,2 milímetros, aunque el valor dependerá de los componentes.

© Alfaomega - RC Libros

1.8. DISTRIBUCIÓN DE COMPONENTES

Algunas reglas para la colocación de los módulos sobre la placa de circuito impreso son:

- Se evitará el colocar los elementos de potencia directamente sobre la placa de circuito impreso (PCB), para evitar sobrecalentamientos sobre la placa de circuito impreso y el resto de componentes, además de la colocación externa de disipadores y reducir así el tamaño del diseño de la placa de circuito impreso. Por ejemplo, en una fuente de alimentación los dispositivos de control de potencia se colocan en el chasis.

- La colocación de los componentes debe facilitar el reconocimiento de los mismos (a simple vista), generalmente se sigue una distribución estética, es decir, componentes iguales con la misma orientación. Se colocarán paralelos a los bordes de la placa de circuito impreso (figura 1.10).

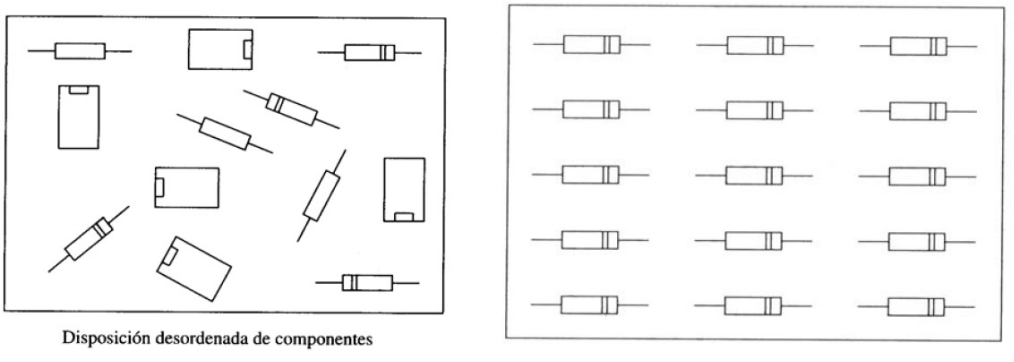


Figura 1.10. Distribución uniforme.

- No se dispondrán pistas entre los bordes de la placa de circuito impreso y los puntos de soldadura de terminales de entrada, salida o alimentación. Con la excepción de la pista de masa.

 © Alfaomega - RC Libros

- Se debe prever la sujeción de la placa a un chasis o caja, para ello se dispondrá de un taladro de 3,5 milímetros en cada esquina de la placa.

- Se debe realizar una selección para decidir si los componentes se realizarán en montaje vertical y horizontal, puesto que ello determinará el tamaño y la elección del módulo para el diseño de la placa de circuito impreso (figura 1.11).

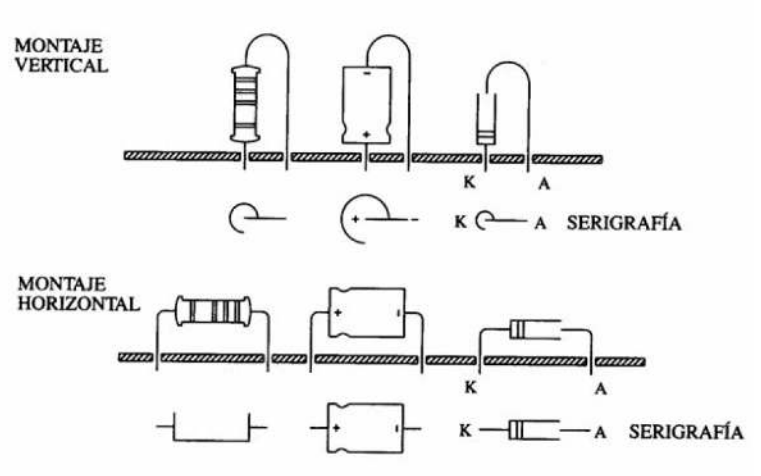


Figura 1.11. Montajes vertical y horizontal.

- Se colocarán en bloques separados los circuitos digitales de los analógicos o de potencia.

1.9. REGLAS BÁSICAS DEL TRAZADO DE PISTAS

Se realizará un trazado lo más sencillo posible, con pistas lo más cortas posibles. Las isletas o *Pads* en la conexión a la pista serán en paralelo con el eje horizontal o con un ángulo de 45º con el eje vertical (figura 1.12).

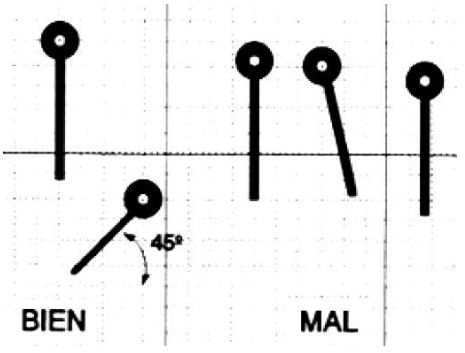


Figura 1.12. Conexión isleta a pista.

En el trazado de las pistas se deben evitar los ángulos de 90º y las bifurcaciones en una pista (denominado en forma de T). La solución más utilizada es el uso de ángulos de 45º para los ángulos de 90º y dos ángulos de 135º para las bifurcaciones. También se pueden usan los trazados redondeados para los ángulos de 90º (figura 1.13).

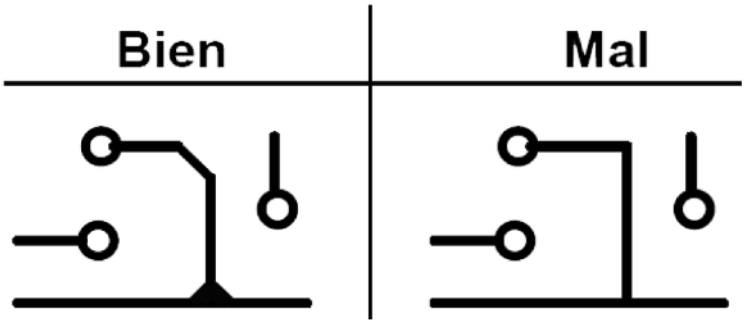


Figura 1.13. Trazado de ángulos.

Se tendrá en cuenta que entre isletas o *Pads* se conectarán unidos por una pista; es decir, no se conectarán de forma adyacente. Esto es debido a que si se encuentran adyacentes, al calentar una isleta se estará transmitiendo calor a la isleta adyacente y puede dar problemas en el montaje o en posteriores reparaciones de la placa de circuito impreso (figura 1.14).

© Alfaomega - RC Libros

Figura 1.14. Isletas o Pads adyacentes.

También se debe evitar la formación de ángulos agudos entre nodos y pistas, ya que las pistas se pueden desprender (figura 1.15). Del mismo modo la pista siempre irá de modo perpendicular al nodo y no de forma tangencial (figura 1.16).

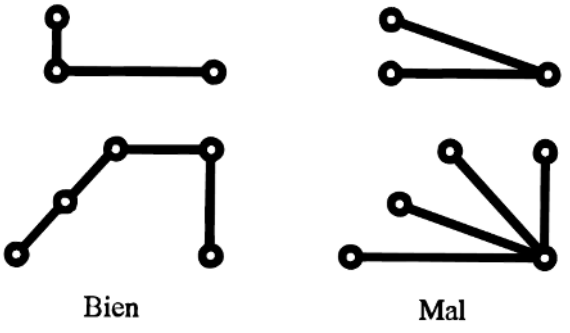


Figura 1.15. Evitar ángulos agudos.

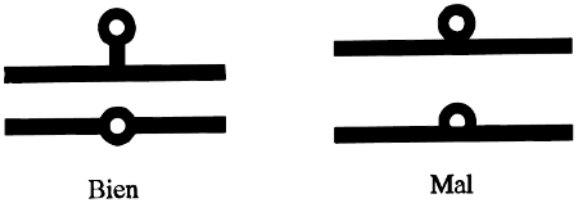


Figura 1.16. Pistas y nodos de forma perpendicular.

A continuación, se muestran algunas recomendaciones a seguir a la hora de realizar el trazado de pistas de la placa de circuito impreso:

- Para facilitar la soldadura de componentes, es aconsejable evitar superficies grandes entre las isletas. El problema radica en que al aplicar calor sobre una isleta, indirectamente se aplica sobre otras isletas, provocando el movimiento de componentes o una posible futura mala soldadura (figura 1.17).

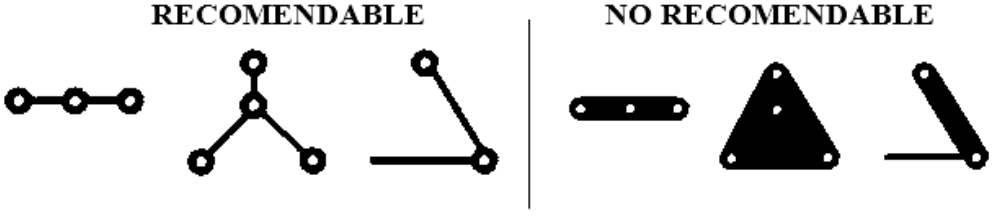


Figura 1.17. Evitar superficies grandes.

- Las pistas deben estar paralelas unas a otras (figura 1.18), además de elegir el camino más corto posible (figura 1.19).

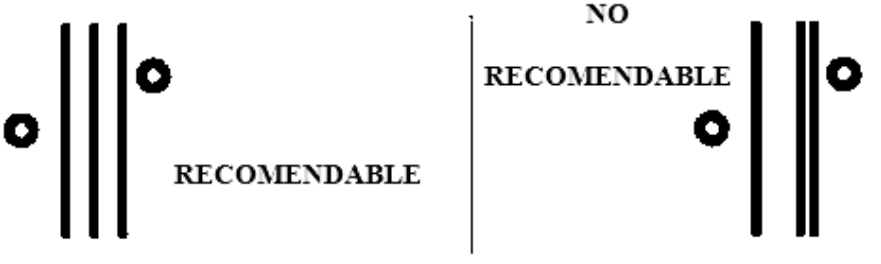


Figura 1.18. Pistas paralelas.

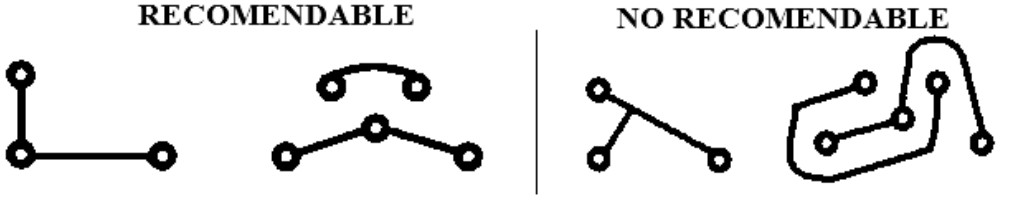


Figura 1.19. Pistas más cortas posibles.

© Alfaomega - RC Libros

1.10. OBSTÁCULOS Y TEXTOS

Los obstáculos y los textos son elementos gráficos que sirven para incluir información sobre la placa de circuito impreso o sobre los componentes, pero que no afectan eléctricamente al diseño.

En relación con los módulos (ver apartado 1.2) se utilizan los obstáculos para representar el borde o contorno físico del componente y las líneas exteriores (en la figura 1.20 se indican los obstáculos del componente *TO124*), y se utiliza el texto para mostrar información sobre el nombre y valor del componente (en la figura 1.21 se indica el texto del componente *TO124*).

Con relación a la placa de circuito impreso se utiliza principalmente el obstáculo para limitar el tamaño de la placa de circuito impreso (figura 1.22), y se utiliza el texto para mostrar información sobre el diseño (autor, fecha, etc.).

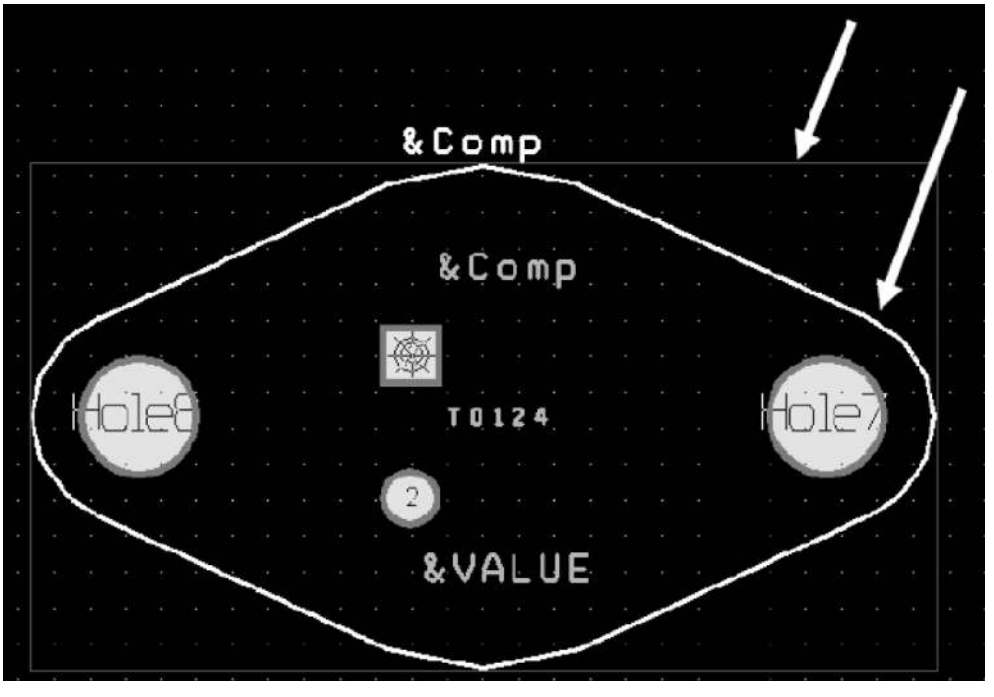


Figura 1.20. Obstáculos del componente.

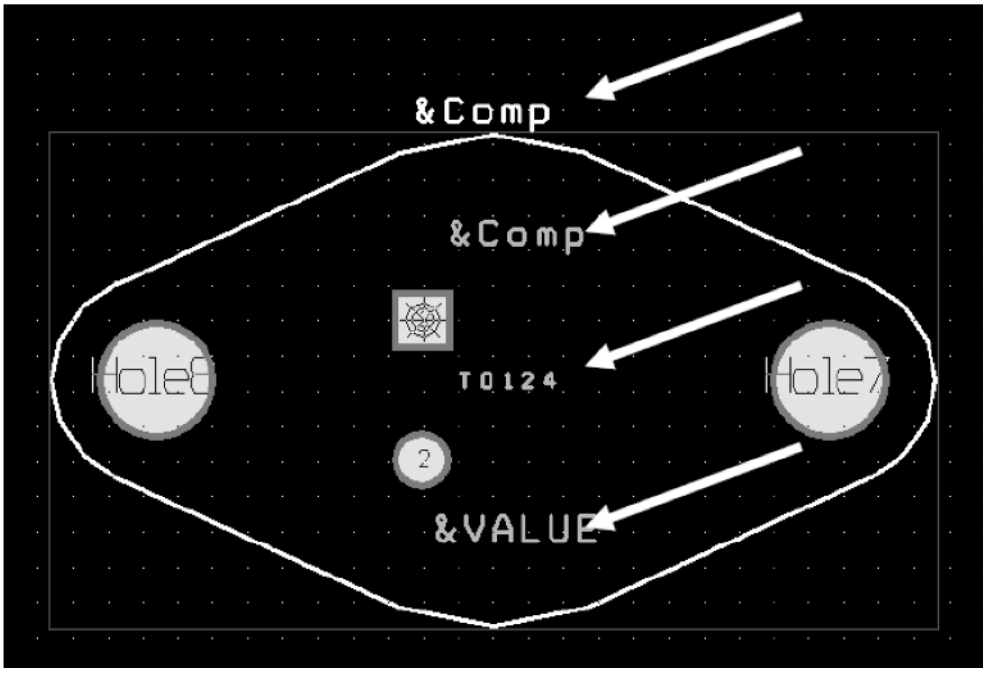


Figura 1.21. Texto del componente.

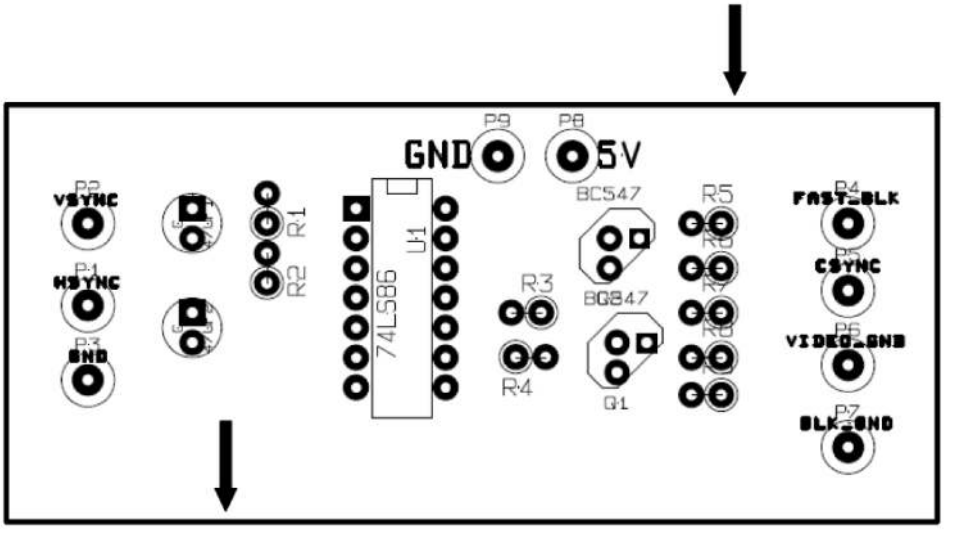


Figura 1.22. Obstáculo PCB.

© Alfaomega - RC Libros

Al incluir el texto en la capa inferior se debe visualizar el texto como si se viera en un espejo; este método, aparte de mostrar la información sobre el autor de la placa de circuito impreso, sirve para no invertir el texto en el diseño, sobre todo si para implementar la placa de circuito impreso se realiza mediante insolado o transmisión térmica (figura 1.23).

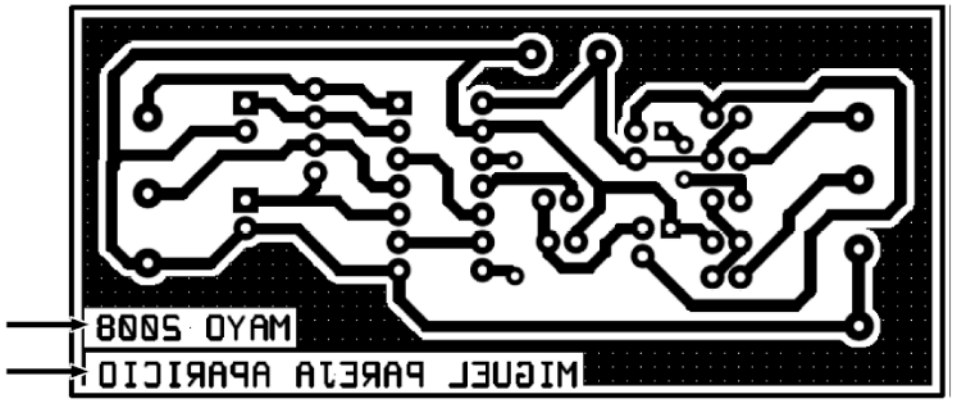


Figura 1.23. Texto PCB.

1.11. REJILLA O GRID

El término de rejilla o *grid* se aplica a la cuadrícula en que se divide la pantalla de trabajo; así pues, al determinar dicho valor se establece la distancia entre unos puntos (visibles o no) que sirven de referencia para las opciones de representación gráfica.

Entonces determinando un valor de rejilla se determinan las coordenadas posibles para el trazado de líneas, y en consecuencia cualquier representación gráfica en la pantalla de edición (colocación de componentes, incluir texto, líneas, círculos, etc.).

Por ejemplo, en la figura 1.24 se muestra la ventana de una aplicación de edición de esquemas, en ella se puede apreciar cómo la ventana de edición se ha dividido en una cuadrícula indicada por una serie de puntos, esto es, la rejilla. Esta puede ser visualizada o no, aunque puede ser útil para el trazado

© Alfaomega - RC Libros

de pistas (en la edición de placas de circuito impreso) o de interconexión (en la edición de esquemas).

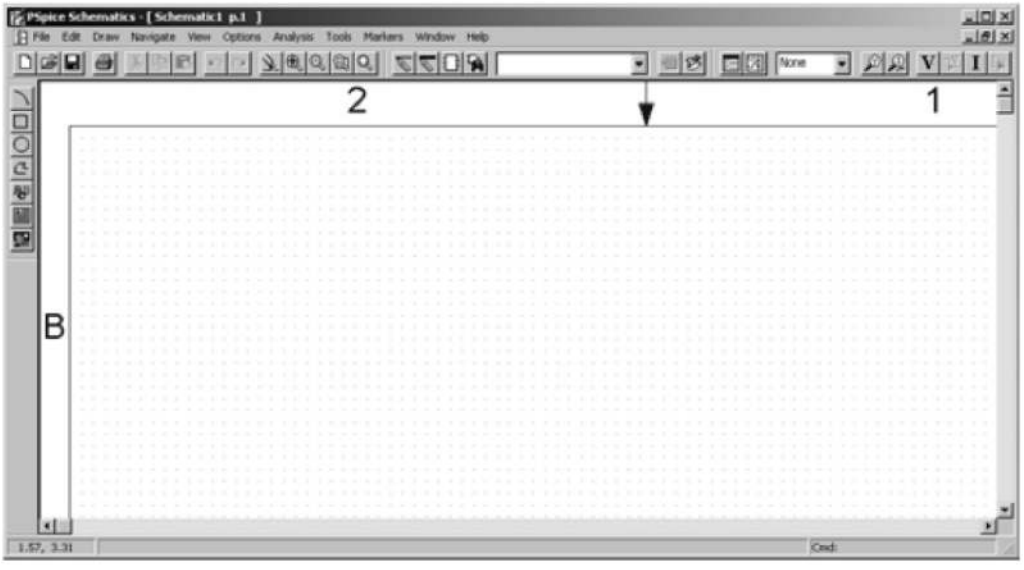


Figura 1.24. Ventana de edición de esquemas y visualización de la rejilla.

Dependiendo de la aplicación a utilizar, el tamaño de la rejilla está prefijado y no se puede cambiar, o se puede seleccionar cualquier tamaño; por ejemplo, para *Kicad* se puede definir un tamaño y después se selecciona el tamaño mediante un menú desplegable.

1.12. CAPAS

Cada placa de circuito impreso está formada por varias capas, y cada una de estas se corresponde con una cara recubierta de cobre. El diseño de una placa de circuito impreso consiste en eliminar el cobre sobrante, dejando solo las pistas y las isletas.

En función del número de capas se pueden clasificar las placas de circuito impreso como monocapa o multicapa. Por ejemplo, en la figura 1.25 se puede ver una placa de circuito impreso formada por dos capas: una superior (denominada de componentes porque es donde se colocan los componentes) y

© Alfaomega - RC Libros

otra inferior (denominada cobre o soldadura porque es la capa mínima para realizar el diseño). El material denominado como sustrato en la figura 1.25 suele ser de fibra de vidrio.

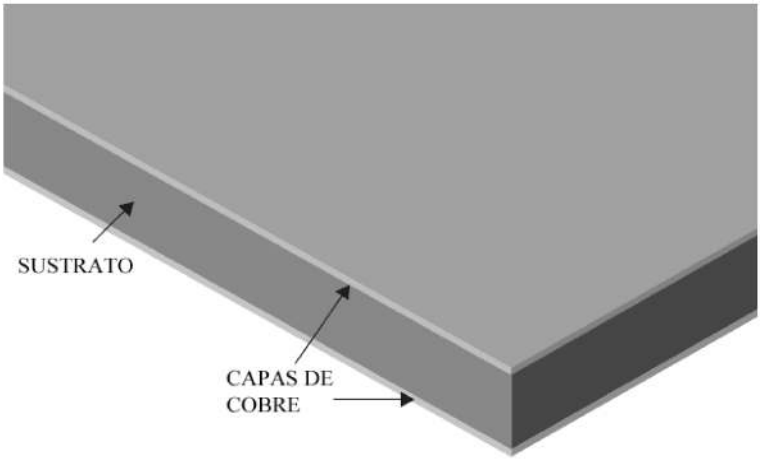


Figura 1.25. Capas PCB.

El número de capas para que se realice de forma individual un diseño en una placa de circuito impreso es: dos capas (como el de la figura 1.25) o de una capa (solo la inferior, de cobre o soldadura, en donde se incluirán las pistas que unirán los componentes del circuito electrónico).

Para un diseño más complejo en donde se utilicen más capas, se recurre al envío del diseño a fabricas específicas, para ello se utilizan los ficheros *Gerber* (ver capítulo 7) para obtener un estándar y así las fábricas no tienen que disponer de una gran gama de aplicaciones (principalmente porque hay varias aplicaciones de pago y utilizan ficheros diferentes, y no hay compatibilidad entre ellos).

1.13. SERIGRAFÍA

Se entiende como serigrafía a la técnica de impresión empleada en el método de reproducción de documentos e imágenes sobre cualquier material mediante transferencia de tinta. En el tema de las placas de circuito se trata de

una capa que no influye eléctricamente y que se utiliza para identificar el componente a colocar en cada posición.

Es decir, se trata de una capa que muestra información sobre los componentes. Por ejemplo, en la figura 1.26 se muestran de color blanco unos dibujos que hacen referencia a cada componente, indicando la localización y el tamaño del componente.

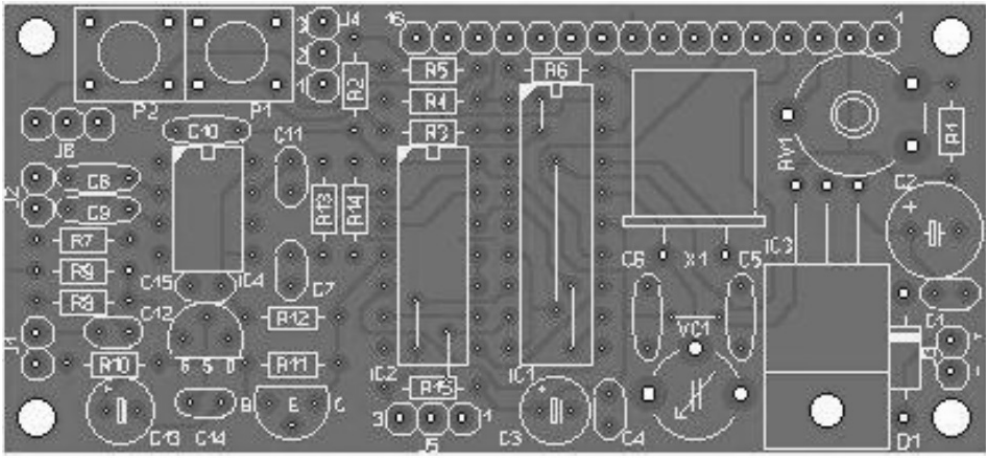


Figura 1.26. Capa de serigrafía de colocación de componentes de la PCB.

En esta capa también se incluye información sobre el circuito, como la separación por bloques o de apoyo en las conexiones exteriores, y así facilitar el proceso de montaje y/o supervisión posterior de la placa de circuito impreso.

En la figura 1.27 se muestra una capa de serigrafía en la que se han identificado las conexiones exteriores con nombres para facilitar su conexión:

- Alimentación (*DC*).
- Potenciómetro exterior (*POT*).
- Entrada (*INPUT*).
- Interruptor (*SWITCH*).

© Alfaomega - RC Libros

- Salida (*OUTPUT*).

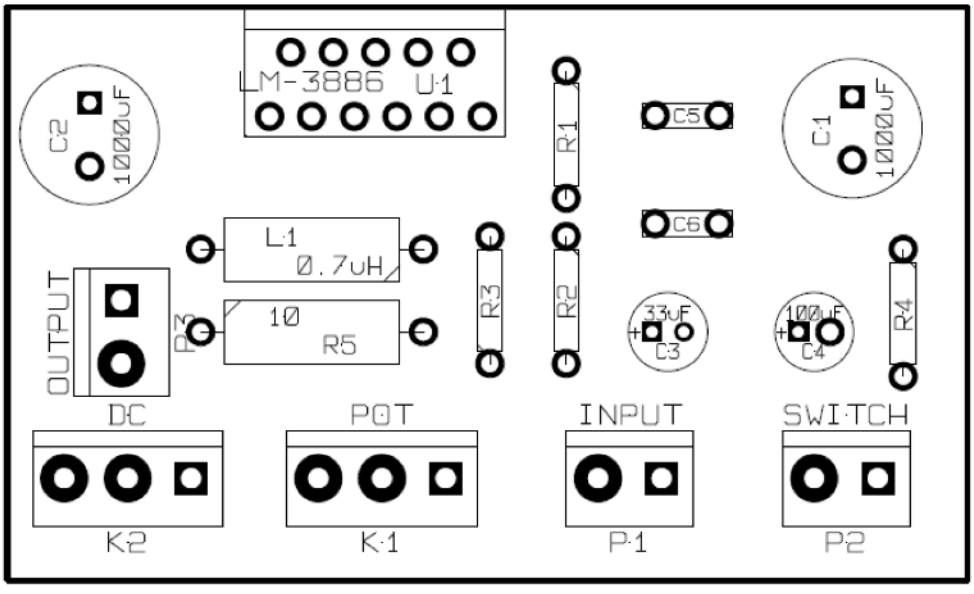


Figura 1.27. Capa de serigrafía de información de conexiones de la PCB.

1.14. VÍAS

Las vías son unos puentes que se utilizan para interconectar capas, se representan en cada capa como una isleta con la misma localización entre las capas que realiza la conexión.

Los tipos de vías en función de qué capas deben realizar la interconexión (en un diseño multicapa) son:

- Vía pasante: realiza la conexión entre las capas externas (caras vistas por la parte superior y la inferior), aunque pueden conectar con otras capas internas. Vía *PTH* (*Plated Through Hold*) de la figura 1.28.

- Vía enterrada: realiza la conexión entre capas internas (no son visibles exteriormente). Vía *BV* (*Burried via Hold*) de la figura 1.28.

- Vía ciega: realiza la conexión entre una capa externa (visible) con una capa interna (no visible). Vía *BV* (*Blind via Hold*) de la figura 1.28.

- Microvía: modificación de una vía ciega pero con unas dimensiones inferiores, realizadas mediante tecnología láser; permite la conexión de varias capas y tiene un nivel de integración muy alto. Vía *MV* (*Micro via Hold*) de la figura 1.28.

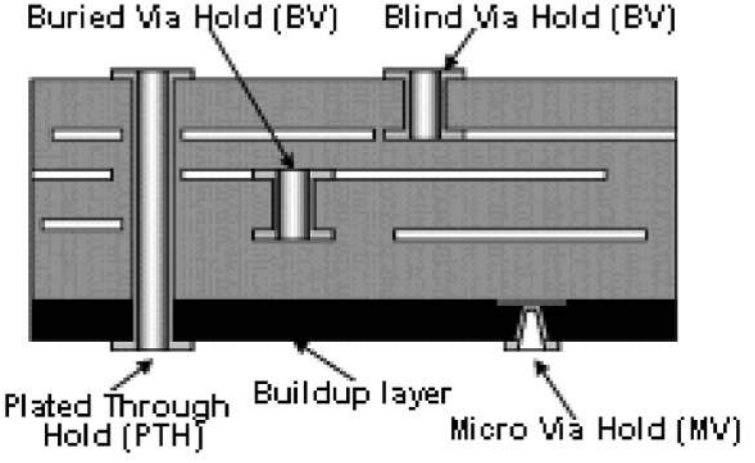


Figura 1.28. Tipos de vías.

Para pequeños diseños, realizados a dos caras (superior e inferior), solo son utilizadas las vías de vía pasante.

1.15. LIBRERÍAS

Para la realización de diseños, en una aplicación de edición de esquemas o placas de circuito impreso, se debe disponer de la representación gráfica de cada uno de los componentes; para ello, se utilizan las librerías que agrupan la representación a utilizar en cada herramienta o aplicación.

Se trata de ficheros que son utilizados por una determinada aplicación con una extensión determinada, lo que se traduce en una incompatibilidad entre

 © Alfaomega - RC Libros

las diferentes aplicaciones, para incorporar los componentes (con su símbolo, módulo y modelo) necesarios para realizar las distintas tareas (edición de esquema, edición de placas de circuito impreso y simulación).

Por ejemplo, para *Orcad* las librerías tienen la extensión:

- **.olb*: para las librerías del editor de esquemas.
- **.lib*: para las librerías del simulador.
- **.llb*: para el editor de placas de circuito impreso.

En cada aplicación las librerías se distribuyen por su origen o funcionalidad: librería con los componentes de un fabricante, librería con componentes digitales, o analógicos, o de potencia, etc.

Las aplicaciones de edición de esquemas disponen de programas o herramientas para la edición de nuevos componentes y su posterior añadido a una librería, ya que puede darse el caso de necesitar componentes que no se encuentren en las librerías disponibles por defecto en la instalación.

El procedimiento de creación de nuevos componentes puede variar de una aplicación a otra, pero un procedimiento general es el que se muestra a continuación:

1. Creación de una librería.
2. Creación del nuevo componente.
3. Guardar el nuevo componente, dentro de la librería creada.
4. Luego hay que indicarle a la aplicación que se puede disponer de una nueva librería.

También permiten la modificación de algún componente ya creado o que el nuevo componente ya creado se almacene en una librería diferente.

© Alfaomega - RC Libros

Sucede de forma similar cuando se requieren librerías para la herramienta de simulación o de creación de placas de circuito impreso. Es decir, una vez creado el símbolo, modelo o módulo, se debe guardar en una librería concreta y después hay que indicarle a la aplicación que hay una nueva librería disponible.

1.16. ACTIVIDADES

1. Mediante la búsqueda en internet u otro medio, complete la siguiente tabla con la denominación de los componentes que se utilizan en electrónica:

Componente	Denominación o nomenclatura
Resistencia	
Condensador	
Bobina	
Diodos	
Circuitos integrados	
Conectores	
Cristales de cuarzo	
Interruptores o pulsadores	
Transformadores	

2. Defina con sus palabras los siguientes conceptos vistos en el capítulo:

© Alfaomega - RC Libros

a) Pista.

b) Isleta.

c) Librería.

3. De las siguientes afirmaciones señale si es verdadera o falsa; en caso de ser falsa, justifique la respuesta, o indique la página en donde se muestra información para su corrección.

a) Los módulos y los encapsulados son lo mismo.

b) Los encapsulados de cada componente sirven de apoyo o ayuda para la elección del módulo en el diseño de la placa de circuito impreso.

c) Para el diseño de una placa de circuito impreso, hay que elegir el encapsulado correcto.

d) La mayoría de *Pads* e isletas son redondas, aunque se pueden utilizar otro tipo con un fin puramente estético.

e) Los obstáculos se utilizan para limitar el tamaño del diseño de la placa de circuito impreso.

f) Las vías se pueden utilizar en placas de circuito impreso monocapa.

g) La rejilla utilizada en la ventana de edición de algunas aplicaciones informáticas sirve para colocar los símbolos o módulos, según el tipo de aplicación: edición de esquema o creación de placas de circuito impreso, respectivamente.

h) Es aconsejable colocar texto en una de las capas como información para posteriores revisiones. Por ejemplo, un número de referencia, pero se debe incluir como si tuviera que verse en un espejo.

© Alfaomega - RC Libros

i) Es aconsejable colocar texto en una de las capas como información para posteriores revisiones. Por ejemplo, nombre del autor y fecha de diseño, pero no se debe incluir como si tuviera que verse en un espejo, puesto que se vería al revés.

j) El tamaño mínimo de isleta será tres veces el ancho de pista que se conecta.

k) Se colocarán isletas o *Pads* lo más próximos posible, incluso adyacentes, para que la longitud de las pistas sea lo más corta posible.

l) Los ángulos de 90 grados y las bifurcaciones se deben evitar.

m) La serigrafía solo persigue un fin estético, para que se venda mejor la placa de circuito impreso una vez diseñada.

n) Las librerías disponibles en diferentes aplicaciones son compatibles; es decir, se pueden utilizar las mismas librerías en distintas aplicaciones.

o) La vía enterrada se utiliza para la conexión entre las dos capas exteriores.

p) La vía ciega se utiliza para la conexión entre dos capas internas.

4. Según los diferentes criterios comentados en el apartado 1.6, ¿qué ancho de pista elegirías para una pista por la que circulara 5 amperios? ¿Qué criterio consideras más sencillo de memorizar?

© Alfaomega - RC Libros

CAPÍTULO 2

INTRODUCCIÓN A KICAD

2.1. INTRODUCCIÓN

Este capítulo es una introducción a la aplicación libre *Kicad*, cuyas principales tareas son: la edición de esquemas y la creación de placas de circuito impreso.

Kicad es un proyecto creado por **Jean-Pierre Charras**, investigador en el Laboratorio de Imágenes y Señales (*LIS*) y profesor de electrónica en el **Instituto Universitario de Tecnología de Saint Martin d'Hères**.

Se trata de una aplicación de código libre (con licencia *GPL*) cuya principal tarea es la de crear circuitos impresos (*Pcb*), pero *Kicad* es un gestor de proyectos que integra diversas herramientas para la creación de circuitos electrónicos. Dichas herramientas son las siguientes:

- *Eeschema*: editor de esquemas.
- *Pcbnew*: editor de *Pcb* y visualización en 3D.
- *Gerbview*: visualizador de documentos generados en formato *Gerber*.
- *Cypcb*: selección de los módulos de los componentes electrónicos desde el esquema.

- *Kicad*: gestor de proyectos, sirve de interfaz entre las distintas herramientas utilizadas en un mismo proyecto.

Hay que tener en cuenta que la documentación se encuentra en varios idiomas: francés, inglés, español, portugués, brasileño e italiano. Hay partes de la documentación que no están disponibles en todos los idiomas; por ejemplo, la ayuda respecto a la herramienta *Gerbview* solo está disponible en inglés.

Pero pueden aparecer nuevas modificaciones de la aplicación no solo a nivel de software, sino también respecto a la documentación, por ello es recomendable consultar las versiones disponibles desde la página web http://www.lis.inpg.fr/realise_au_lis/kicad/.

2.2. INSTALACIÓN

2.2.1. Introducción

Se trata de una aplicación multiplataforma, que funciona en los siguientes sistemas operativos:

- Linux, desde su página web indican que ha sido probada en la distribución *Mandrake 9.2* y *10.0*; también se ha probado en las siguientes distribuciones: *Suse 10.2, LliureX, Edubuntu*.

- Windows, en las versiones: 98, 2000, ME, XP y Vista.

- FreeBSD (http://www.es.freebsd.org/es/).

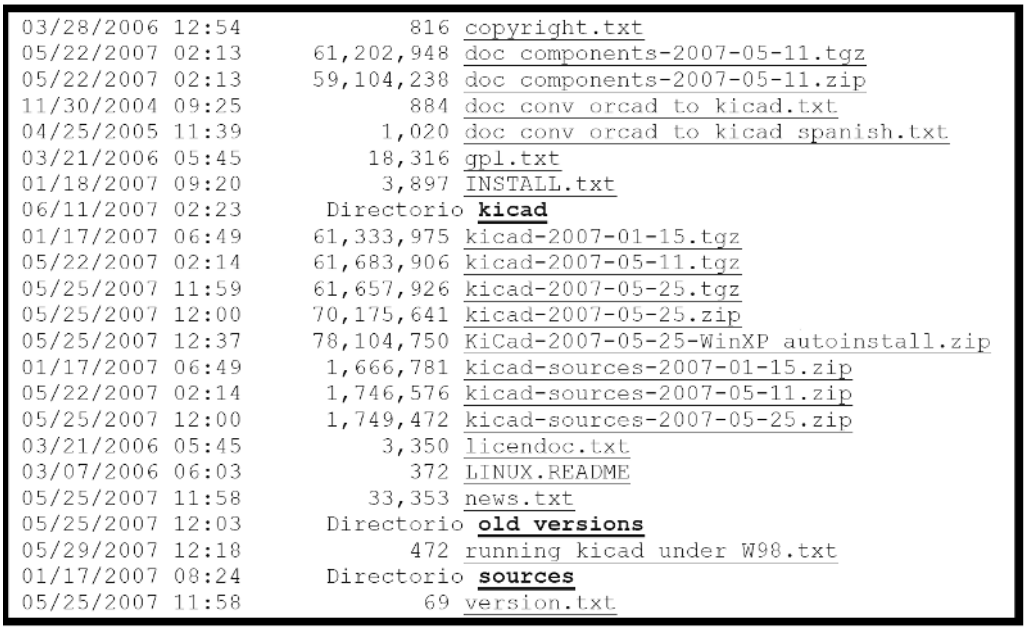
Para la distribución de Windows existe la posibilidad de ser descargado como un ejecutable, con lo cual el proceso de instalación es igual que cualquier otra aplicación de Windows.

Para Linux, existe la posibilidad de ser descargado en un archivo comprimido (*kicad-2007-01-15.tgz*) y la instalación consiste simplemente en descomprimir dicho fichero.

 © Alfaomega - RC Libros

2.2.2. Obtener aplicación

Para la instalación es necesario conseguir el archivo, para ello tras acceder a la página web, y desde el menú izquierdo haciendo clic sobre la opción "Site iut (ftp)" o "Site iut (http)", en la ventana emergente aparecerán diferentes ficheros para ser descargados (figura 2.1).



```
03/28/2006 12:54               816 copyright.txt
05/22/2007 02:13        61,202,948 doc components-2007-05-11.tgz
05/22/2007 02:13        59,104,238 doc components-2007-05-11.zip
11/30/2004 09:25               884 doc conv orcad to kicad.txt
04/25/2005 11:39             1,020 doc conv orcad to kicad spanish.txt
03/21/2006 05:45            18,316 gpl.txt
01/18/2007 09:20             3,897 INSTALL.txt
06/11/2007 02:23          Directorio kicad
01/17/2007 06:49        61,333,975 kicad-2007-01-15.tgz
05/22/2007 02:14        61,683,906 kicad-2007-05-11.tgz
05/25/2007 11:59        61,657,926 kicad-2007-05-25.tgz
05/25/2007 12:00        70,175,641 kicad-2007-05-25.zip
05/25/2007 12:37        78,104,750 KiCad-2007-05-25-WinXP autoinstall.zip
01/17/2007 06:49         1,666,781 kicad-sources-2007-01-15.zip
05/22/2007 02:14         1,746,576 kicad-sources-2007-05-11.zip
05/25/2007 12:00         1,749,472 kicad-sources-2007-05-25.zip
03/21/2006 05:45             3,350 licendoc.txt
03/07/2006 06:03               372 LINUX.README
05/25/2007 11:58            33,353 news.txt
05/25/2007 12:03          Directorio old versions
05/29/2007 12:18               472 running kicad under W98.txt
01/17/2007 08:24          Directorio sources
05/25/2007 11:58                69 version.txt
```

Figura 2.1. Ficheros de descarga.

A continuación, se detalla cómo leer la información correspondiente a los diferentes ficheros que se pueden descargar directamente desde la web.

La fecha (1ª columna) que informará desde cuándo está disponible.

Los ficheros que se inician con *Kicad* se corresponden con la aplicación siguiendo esta denominación:

- *Kicad-yyyy-mm-dd.zip* (aplicación comprimida para *Windows*).
- *Kicad-yyyy-mm-dd.tgz* (aplicación comprimida para *Linux*).

© Alfaomega - RC Libros

- *Kicad-source-yyyy-mm-dd.zip* (código fuente de la aplicación).
- *Kicad-yyyy-mm-dd-WinXP_autoinstall.zip* Ejecutable con instalación para Windows XP).

Los iniciados con "doc_components..." se corresponden con documentación sobre la aplicación desarrollando la siguiente denominación:

- Doc_components-yyyy-mm-dd,tgz (archivo comprimido para Linux).
- Doc_components-yyyy-mm-dd.zip (archivo comprimido para Windows).

En donde "...–yyyy-mm-dd..." indica el número de la versión en función de la fecha:

- Año: "yyyy" (*year*).
- Mes: "mm" (*mount*).
- Día: "dd" (day).

2.2.3. Instalación Windows

La versión utilizada para el total de la obra es la disponible para Windows, entonces el proceso de instalación es muy sencillo porque se puede recurrir al fichero ejecutable.

Aunque las acciones a realizar son las mismas que en la versión para Linux el proceso de instalación requiere ciertas particularidades que se describen en el apartado 2.2.4.

El proceso de instalación consiste en ejecutar el archivo ejecutable descargado; el nombre del fichero es *Kicad-2007-05-25_autoinstall.zip*.

De forma automática se crean los siguientes directorios:

 © Alfaomega - RC Libros

- "C:/Archivos de programa/kicad/winexe": ejecutables de *Windows*.
- "C:/Archivos de programa/kicad/library": ficheros que contienen la biblioteca de los componentes disponibles.
- "C:/Archivos de programa/kicad/modules": ficheros que contienen los componentes para el editor de circuitos impresos.
- "C:/Archivos de programa/kicad/packages3d": ficheros con las representaciones en 3D de los componentes del circuito impreso.
- "C:/Archivos de programa/kicad/internat": diccionarios de los idiomas.
- "C:/Archivos de programa/kicad/help": ficheros de la ayuda en línea de la aplicación.
- "C:/Archivos de programa/kicad/doc_src": ficheros de ayuda en formato *Writer*, para leerlos es requisito imprescindible el uso de la suite *OpenOffice* (descargable desde la dirección web: www.openofffice.org).

También se ha creado el acceso directo en el escritorio (figura 2.2), y así se finaliza la instalación.

Si se utiliza el fichero comprimido, se deberá descomprimir en el mismo directorio pero se debe crear el acceso directo desde el archivo ejecutable que se encuentra en el directorio *winexec*, en el mismo directorio se encuentra el icono a utilizar en el acceso directo (figura 2.2) con extensión *.*png*.

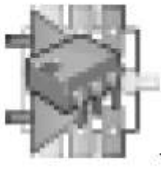


Figura 2.2. Icono de Acceso Kicad.

© Alfaomega - RC Libros

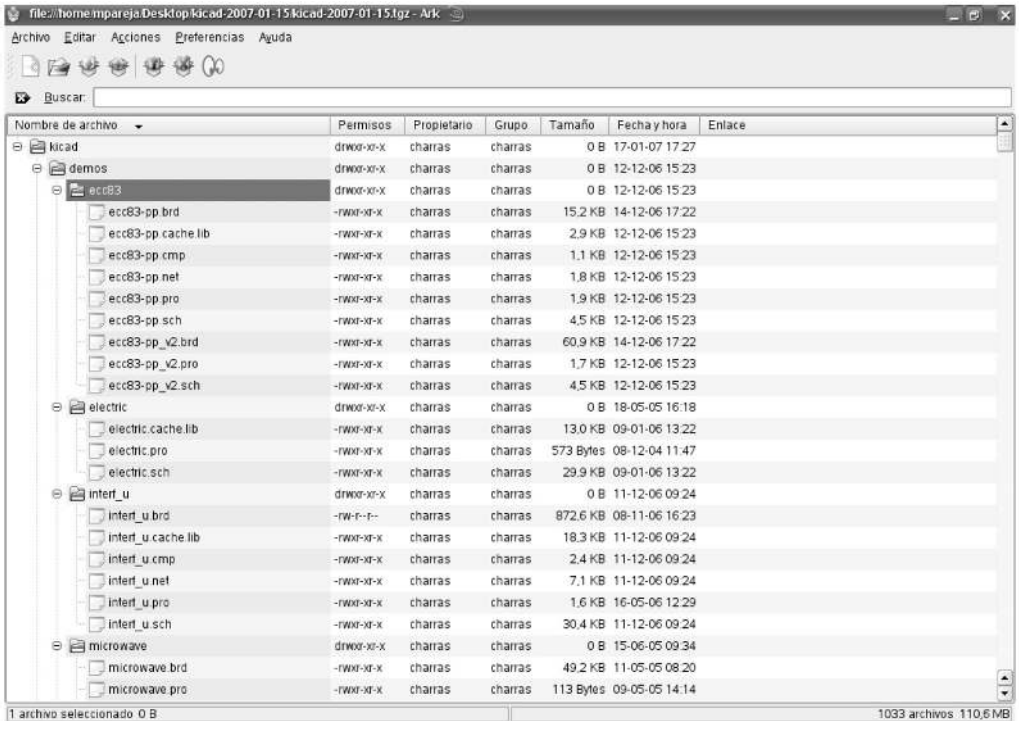

file:///home/mpareja/Desktop/kicad-2007-01-15/kicad-2007-01-15.tgz - Ark
Archivo Editar Acciones Preferencias Ayuda
Buscar:
Nombre de archivo | Permisos | Propietario | Grupo | Tamaño | Fecha y hora | Enlace
kicad drwxr-xr-x charras charras 0 B 17-01-07 17:27
demos drwxr-xr-x charras charras 0 B 12-12-06 15:23
ecc83 drwxr-xr-x charras charras 0 B 12-12-06 15:23
ecc83-pp.brd -rwxr-xr-x charras charras 15,2 KB 14-12-06 17:22
ecc83-pp cache.lib -rwxr-xr-x charras charras 2,9 KB 12-12-06 15:23
ecc83-pp.cmp -rwxr-xr-x charras charras 1,1 KB 12-12-06 15:23
ecc83-pp.net -rwxr-xr-x charras charras 1,8 KB 12-12-06 15:23
ecc83-pp.pro -rwxr-xr-x charras charras 1,9 KB 12-12-06 15:23
ecc83-pp.sch -rwxr-xr-x charras charras 4,5 KB 12-12-06 15:23
ecc83-pp_v2.brd -rwxr-xr-x charras charras 60,9 KB 14-12-06 17:22
ecc83-pp_v2.pro -rwxr-xr-x charras charras 1,7 KB 12-12-06 15:23
ecc83-pp_v2.sch -rwxr-xr-x charras charras 4,5 KB 12-12-06 15:23
electric drwxr-xr-x charras charras 0 B 18-05-05 16:18
electric.cache.lib -rwxr-xr-x charras charras 13,0 KB 09-01-06 13:22
electric.pro -rwxr-xr-x charras charras 573 Bytes 08-12-04 11:47
electric.sch -rwxr-xr-x charras charras 29,9 KB 09-01-06 13:22
interf_u drwxr-xr-x charras charras 0 B 11-12-06 09:24
interf_u.brd -rw-r--r-- charras charras 872,6 KB 08-11-06 16:23
interf_u.cache.lib -rwxr-xr-x charras charras 18,3 KB 11-12-06 09:24
interf_u.cmp -rwxr-xr-x charras charras 2,4 KB 11-12-06 09:24
interf_u.net -rwxr-xr-x charras charras 7,1 KB 11-12-06 09:24
interf_u.pro -rwxr-xr-x charras charras 1,6 KB 16-05-06 12:29
interf_u.sch -rwxr-xr-x charras charras 30,4 KB 11-12-06 09:24
microwave drwxr-xr-x charras charras 0 B 15-06-05 09:34
microwave.brd -rwxr-xr-x charras charras 49,2 KB 11-05-05 08:20
microwave.pro -rwxr-xr-x charras charras 113 Bytes 09-05-05 14:14
1 archivo seleccionado 0 B
1033 archivos 110,6 MB

Figura 2.3. Fichero Kicad-01-01-15.tgz abierto con Ark.

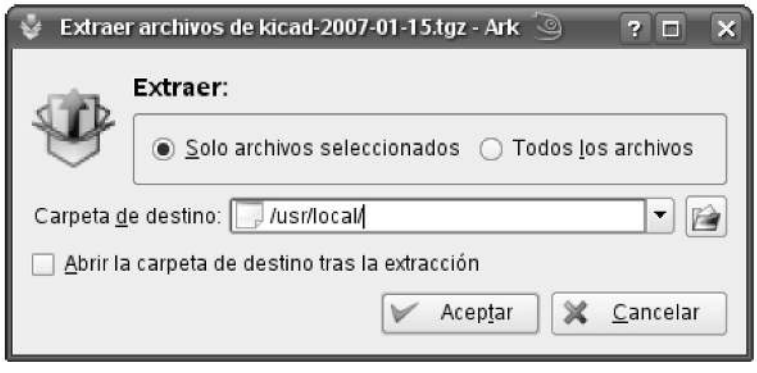


Figura 2.4. Descompresión en el directorio recomendado.

© Alfaomega - RC Libros

2.2.4. Instalación en Linux

Una vez descargado el fichero correspondiente a la aplicación, es necesario situarse en el directorio en el cual deseamos que se instale y en él descomprimir el fichero "kicad-yyyy-mm-dd.tgz".

La descompresión se recomienda que se realice sobre el directorio local: "/usr/local". En dicho directorio, se descomprime el fichero *kicad-yyyy-mm-dd.tgz*, y se creará un nuevo directorio: "/usr/local/kicad" Este paso puede realizarse desde la ventana de comandos: "# tar zxvf kicad-2007-01-01-15.tgz", o utilizando una aplicación de descompresión como *Ark* (disponible en Suse 10.2), tal y como se muestra en las figuras 2.3 y 2.4, y descomprimiendo directamente sobre el directorio "/usr/local".

Finalmente, señalar que el fichero ejecutable se denomina *Kicad* y se encuentra en el directorio: "/usr/local/kicad/Linux/". Dicho programa es el principal y desde él podemos acceder al resto de herramientas (*Cypcb*, *Gerbview*, etc.); es decir, *Kicad* es un gestor de proyectos.

De todos modos, es interesante crear un acceso directo en el escritorio para agilizar el acceso a la aplicación. Para ello, se dispone en el mismo directorio que el ejecutable, el icono correspondiente a la aplicación.

Para los más noveles en el uso de aplicaciones sobre Linux, se indica que para crear un acceso directo en el escritorio *KDE* de una distribución de Linux, hay que situarse en el escritorio y pulsar el botón derecho del ratón, en el menú desplegable se selecciona la opción "Crear Nuevo", y desde las opciones disponibles se selecciona "Enlace a aplicación...". En la ventana emergente se accede al menú "Aplicación", en donde se debe elegir la ruta del ejecutable de la aplicación, directorio: "/usr/local/kicad/Linux".

Además, haciendo clic sobre el icono se puede cambiar por otro cualquiera, aunque en el directorio "/usr/local/kicad/Linux" se dispone del fichero característico de la figura 2.2. El resultado final se puede ver en la figura 2.5.

© Alfaomega - RC Libros

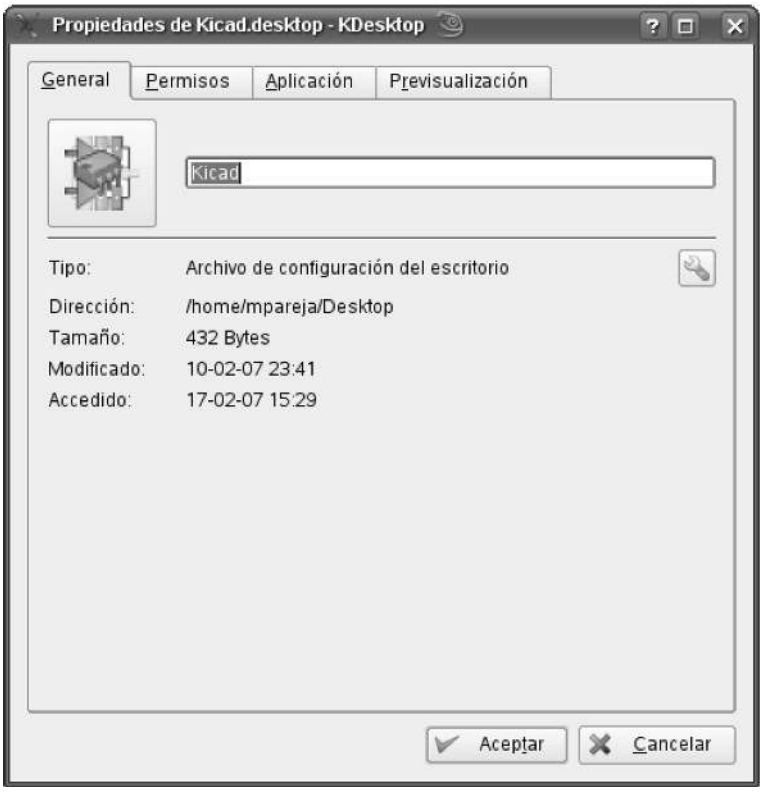


Figura 2.5. Ventana de propiedades de acceso directo.

Para los usuarios noveles de Linux, necesitan privilegios de usuario *root* para descomprimir en el directorio indicado, aunque se puede descomprimir en otro directorio.

Cuando se escribe el código para la ventana de comandos, el símbolo "#" indica que se necesitan privilegios de usuario y el símbolo "$" indica que se necesitan privilegios de *root*.

De forma automática, tras la descompresión se crean los siguientes directorios:

- "/usr/local/kicad/Linux": ejecutables en Linux.

© Alfaomega - RC Libros

- "/usr/local/kicad/libray": ficheros que contienen la biblioteca de los componentes para el editor de esquemas.
- "/usr/local/kicad/library/doc": documentación de los componentes disponibles para el editor de texto, en formato *pdf*.
- "/usr/local/kicad/modules": ficheros que contienen los componentes para el editor de circuitos impresos.
- "/usr/local/kicad/modules/packages3d": ficheros con las representaciones en 3D de los componentes de circuito impreso.
- "/usr/local/kicad/demos": ejemplos finalizados.
- "/usr/local/kicad/internat": diccionarios de los idiomas, actualmente solo inglés y francés.
- "/usr/local/kicad/help": ficheros de la ayuda en línea.
- "/usr/local/kicad/help/doc_src": ficheros de ayuda en *OpenOffice*.

2.3. UTILIZACIÓN DE KICAD

2.3.1. Ficheros

Para trabajar en un proyecto, es recomendable crear un directorio de trabajo que contenga todos los ficheros que lo constituyen: ficheros de esquemas de conexionado, de circuitos impresos, bibliotecas complementarias, ficheros de fabricación, posicionamiento automático de componentes, etc.

Como norma general, es aconsejable (al igual que con el uso de cualquier otra aplicación informática) crear un directorio de trabajo para el proyecto que contenga toda la información, no solo los ficheros propios de *Kicad*, todo ello utilizando una estructura de directorios.

© Alfaomega - RC Libros

Por ejemplo, se podrían crear los siguientes directorios: descargas (ficheros descargados de internet), texto (ficheros que describen el proyecto o anotaciones del proyecto), imágenes (fotos o capturas que pueden ser incluidas en la documentación del proyecto) y *Kicad* (todos los ficheros de *Kicad*).

Los ficheros (nombre del proyecto ejemplo) que se crean por defecto son:

- *Ejemplo.pro*: archivo de gestión del proyecto.
- *Ejemplo.sch*: archivo del esquema principal.
- *Ejemplo.brb*: archivo del circuito impreso.
- *Ejemplo.net*: archivo *netlist*, para intercambio entre herramientas.
- *Ejemplo.cache.lib*: archivo caché de las bibliotecas del esquema (copia de seguridad de los componentes utilizados).

Al crear un nuevo proyecto en *Kicad* se creará el fichero de extensión **.pr;*, después, al ir editando el esquema y la placa de circuito impreso se añadirán al proyecto el resto de ficheros.

2.3.2 Pantalla general

Para ver las funciones disponibles de la última versión de *Kicad* (ventana del gestor de proyectos), se procede a visualizar uno de los ejemplos disponibles tras la realización de la instalación y que se encuentran en el directorio: "C:/Archivos de programa/Kicad/demos".

A continuación, se detalla el procedimiento con el fin de mostrar las posibilidades de la aplicación mediante un ejemplo disponible, se ha elegido el diseño de un programador de *PIC* (microcontrolador).

Tras ejecutar el ejecutable creado en el escritorio, se mostrará la ventana del gestor de proyectos (figura 2.6).

 © Alfaomega - RC Libros

Figura 2.6. Gestor de proyectos del programa Kicad.

A continuación, se abre un proyecto ya creado, desde el menú: "Proyectos/Abrir…", hay que dirigirse al directorio "C/kicad/demos/pic_programmer", y se selecciona el fichero *pic_programer.pro* y se pulsa el botón "Abrir". El resultado es el que se muestra en la figura 2.7.

En la ventana de la derecha, la correspondiente al gestor de proyectos, los dos ficheros disponibles son:

- *pic_programmer.sch*: que se corresponde al fichero para el editor de esquemas.
- *pic_programmer.brb*: que se corresponde al fichero para el editor de circuito impreso.

© Alfaomega - RC Libros

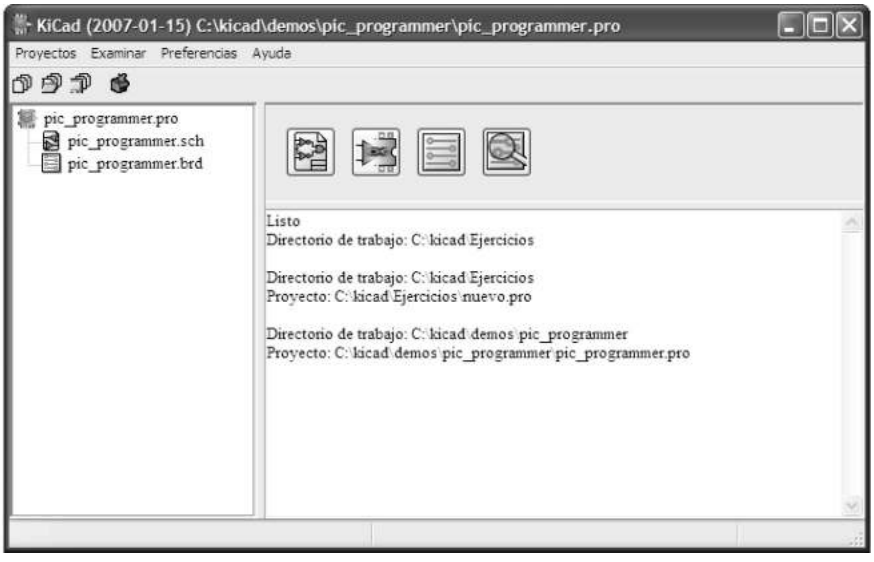


Figura 2.7. Gestor de proyectos del programa Kicad, con el fichero de ejemplo pic_programmer.

En la ventana de la izquierda superior del gestor de proyectos se muestran los iconos (figuras 2.8 a 2.11) de acceso a las distintas herramientas disponibles.

Para acceder a dichos ficheros, no hay más que hacer doble clic sobre el fichero deseado en la ventana del gestor de proyectos (figuras 2.6 y 2.7) o haciendo clic sobre los iconos de las herramientas (figuras 2.8 a 2.11).

Figura 2.8. Icono Eeschema (Editor de esquemas).

© Alfaomega - RC Libros

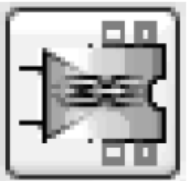


Figura 2.9. Icono CvPcb (Asociación de componentes).

Figura 2.10. Icono Pcbnew (Editor de placa de circuito impreso y visualización en 3D).

Figura 2.11. Icono Gerbview (Visualizador de los ficheros Gerber).

En la ventana izquierda inferior del gestor de proyectos se muestra información sobre el proceso que se está realizando. Por ejemplo, si observa las figuras 2.6 y 2.7, se cambia el directorio de trabajo porque se ha cambiado la localización del fichero de trabajo; es decir, se ha cambiado de proyecto (o diseño).

Para que el lector se haga una idea del uso de la aplicación, se muestra en la figura 2.12 el esquema realizado, en la figura 2.13 el diseño de la placa de circuito impreso y en la figura 2.14 la representación en 3D.

© Alfaomega - RC Libros

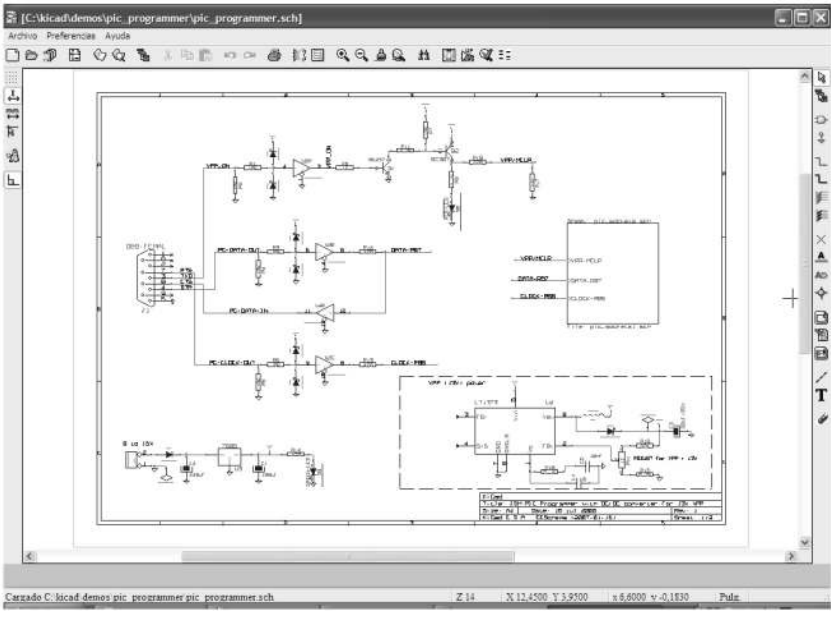


Figura 2.12. Esquema del circuito.

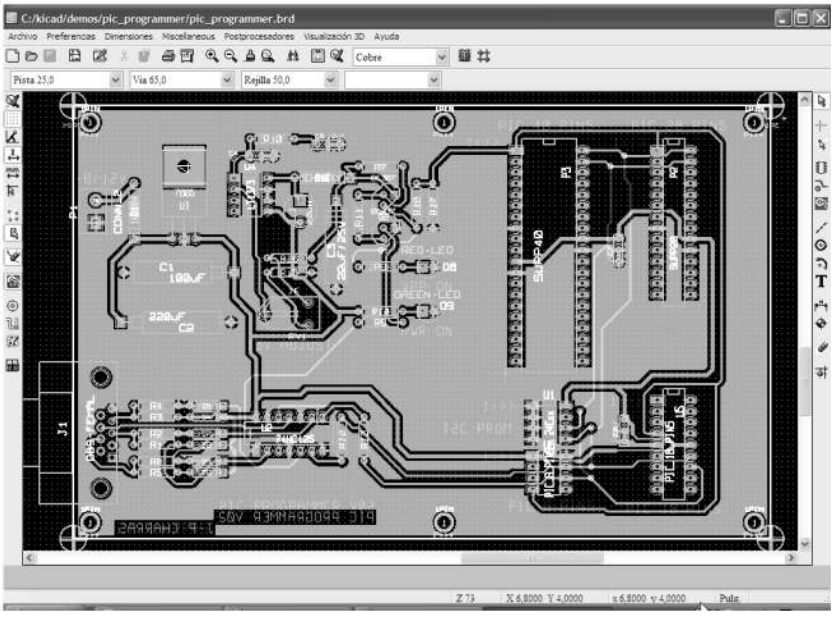


Figura 2.13. Placa de circuito impreso.

© Alfaomega - RC Libros

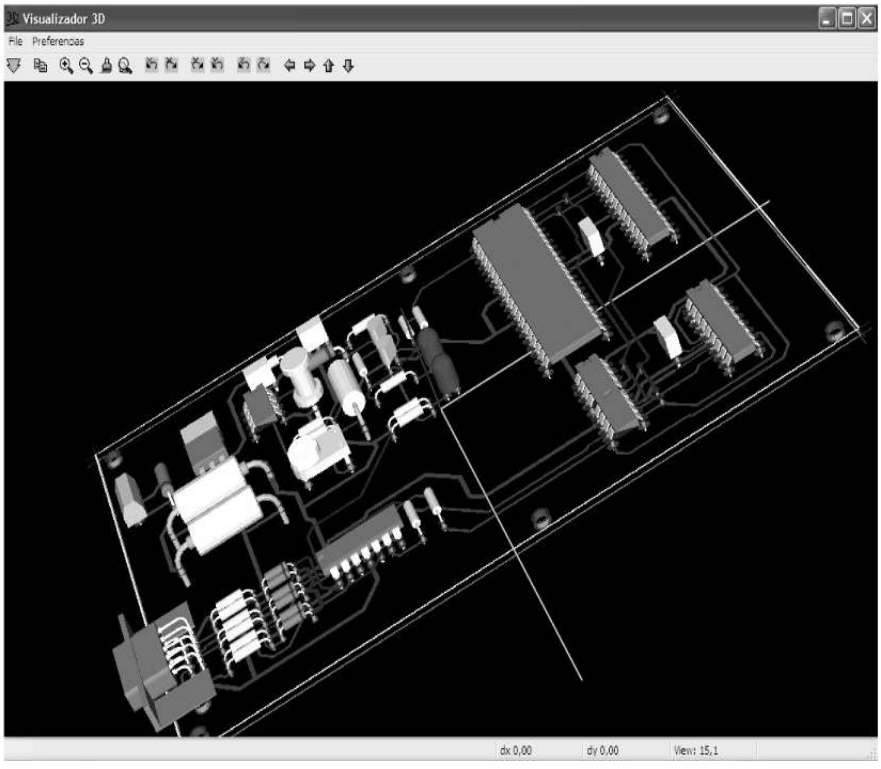


Figura 2.14. Visualización en 3D.

A modo de ayuda, en la figura 2.15 se muestran los iconos o accesos que forman la barra de herramientas del gestor de proyecto y cuyas funciones son:

a) Crear un fichero de configuración de un nuevo proyecto; si el fichero existe, se copiará en el directorio de trabajo actual el fichero del proyecto activo.

b) Abrir un proyecto ya existente.

c) Guardar el fichero de configuración actual.

d) Crear un archivo comprimido (de extensión *.*zip*) con el proyecto, incluyendo: esquemas, bibliotecas, diseño de placa, etc.

© Alfaomega - RC Libros

Figura 2.15. Barra de herramientas.

2.4. ACTIVIDADES

1. Instale *Kicad* y visualice los ficheros de ejemplo disponibles por defecto en la instalación. Cambie entre las distintas herramientas disponibles (*Eeschema*, *Pcbnew*, *Gerbview*, *Cypcb*) desde el gestor de proyectos (*Kicad*).

a) Anote en una lista las primeras impresiones sobre la utilidad de *Kicad*.

b) ¿Cree que es interesante que se trate de un software libre?

c) Si conoce otras aplicaciones para la creación de placas de circuito impreso, realice una pequeña comparación con lo visto en los ejemplos.

© Alfaomega - RC Libros

d) Para una pequeña empresa que realiza diseños electrónicos de forma esporádica, ¿qué ventajas le ofrece una aplicación como *Kicad*?

e) Y qué ventajas puede ofrecer para una empresa que se dedica exclusivamente a diseños electrónicos.

2. Complete las siguientes frases como repaso a algunos conceptos vistos en el capítulo:

a) *Pcbnew* es el editor de…

b) *Gerbview* permite visualizar documentos en formato…

c) Los ficheros de *Kicad* con extensión *.*brb* se corresponden con…

d) Los archivos de *netlist* tienen una extensión…

e) Para acceder a la visualización en 3D de la placa de circuito impreso, hay que hacer doble clic sobre el icono de *Kicad*…

f) La barra de herramientas de *Kicad* está compuesta por los iconos…

g) Para instalar *Kicad* se necesita…

h) La versión de *Kicad* viene expresada como…

3. De las siguientes afirmaciones señale si es verdadera o falsa; en caso de ser falsa, justifique la respuesta o indique la página en donde se muestra información para su corrección.

a) *Cypcb* permite la selección de módulos asociados a un símbolo y se dispone de un icono de acceso directo desde el gestor de proyectos *Kicad*.

© Alfaomega - RC Libros

b) *Kicad* es un gestor de proyectos que integra las herramientas de edición de esquemas, la creación de esquemas y el fichero *netlist* de intercomunicación entre ambas herramientas.

c) *Kicad* solo sirve para la edición de esquemas eléctricos y electrónicos.

d) *Kicad* solo sirve para el diseño de un placa de circuito impreso.

e) *Kicad* dispone de la representación en 3D de un diseño.

f) El fichero general de un proyecto en *Kicad* tiene la extensión *.*kcd*.

g) El fichero correspondiente a la información sobre el esquema del circuito electrónico tiene la extensión *.*sch*.

h) *Pcbnew* utiliza ficheros de extensión *.*brb*.

i) La portabilidad consiste en copiar y pegar el fichero de extensión *.*pro*.

j) Se utiliza el mismo fichero para la instalación en Windows que en Linux.

© Alfaomega - RC Libros

CAPÍTULO 3

EDICIÓN DE ESQUEMAS CON KICAD

3.1. INTRODUCCIÓN

En este capítulo se describe la herramienta *Eeshema* de la aplicación *Kicad* para la edición de esquemas.

Se analizan todas las barras de herramientas *Eeschema*, y más tarde se hará referencia a los iconos al describir las diferentes tareas asociadas a la edición de los esquemas.

El proceso de creación de placas de circuito impreso se realiza mediante el ejemplo práctico de un circuito amplificador para radio-receptor y utilizando el circuito integrado *LM386*.

A continuación, se muestran dos ejemplos más de edición de esquemas: uno, correspondiente al circuito de una sirena electrónica, y otro, correspondiente a un circuito con válvulas de vacío, en donde se incluirán conceptos como etiqueta y tamaño de hoja. El circuito de la sirena electrónica sirve para describir el diseño jerárquico.

También se describen los conceptos sobre la representación de buses y la edición del cajetín.

3.2. PANTALLA DE EDICIÓN DE ESQUEMAS: EESCHEMA

Eeshema dispone de tres barras de herramientas en las que cada una de ellas se encuentra agrupada en función de las acciones que se realizan haciendo clic sobre los iconos que los constituyen.

La barra de tareas superior (figura 3.1) permite el acceso a las funciones principales de *Eeschema*:

a) "Nuevo proyecto esquema".

b) "Abrir proyecto esquema".

c) "Guardar proyecto esquema".

d) "Formato página".

e) "Abrir el editor de componentes Libedit" (examinar, modificar y editar componentes en bibliotecas).

f) "Abrir el visualizador de bibliotecas" (*Viewlib*).

g) "Abrir el visualizador de jerarquía".

h) "Corta elemento seleccionado".

i) "Copiar los elementos seleccionados".

j) "Pegar": copia el último elemento o bloque borrado o guardado del esquema actual.

k) "Anular el último borrado" (hasta 10 niveles), en versiones más actuales se ha sustituido por los clásicos botones de "Deshacer último comando" y "Rehacer último comando".

 © Alfaomega - RC Libros

l) "Imprimir".

m) "Abrir CVPCB".

n) "Abrir PCBNEW".

o) "Zoom +", amplía el alrededor del centro de la pantalla.

p) "Zoom -", reduce el alrededor del centro de la pantalla.

q) "Redibujar": refresco de la pantalla.

r) "Zoom automático": visualiza todos los componentes de la hoja.

s) "Busca componentes y texto": abre el menú de búsqueda de componentes y textos.

t) "Crear Netlist" (formato *Pcbnew* o *Spice*).

u) "Numerar componentes": autonumera los componentes.

v) "Realizar chequeo ERC" (*Electrical Rule Check*): control automático de conexiones.

w) "Generar listado": la lista de componentes y/o etiquetas jerárquicas.

Figura 3.1. Barra de herramientas superior de Eeschema.

La barra de tareas derecha (figura 3.2) permite el acceso a las funciones de edición de *Eeschema*:

a) "Cursor": interrumpe el comando en uso.

b) "Cursor de jerarquía": navega por la jerarquía; esta herramienta permite entrar en una sub-hoja del esquema mostrado (hacer clic en

el símbolo de la sub-hoja) o subir un nivel en la jerarquía (hacer clic en cualquier punto excepto en un símbolo de sub-hoja).

c) "Añadir componente": abre el menú de colocación de componentes.

d) "Añadir alimentación": abre el menú de colocación de alimentaciones (*powers*).

e) "Añadir línea de conexión": coloca líneas de conexión (*wires*).

f) "Añadir bus": colocar buses de conexión.

g) "Añadir entrada de bus (línea a bus)": coloca conexiones de línea a bus. Estos elementos solo tienen función decorativa y no tienen poder de conexión; no deben usarse para conectar dos líneas.

h) "Añadir entrada de bus (bus a bus)": coloca conexiones de bus a bus. Solo pueden conectar dos buses entre ellos.

i) "Añadir símbolo de no conexión": colocar el símbolo de "No conectado". Se colocan en los pines que no se desean conectar de los componentes. Esto sirve en la función *ERC*, para saber si es normal tener un pin no conectado o si es un olvido.

j) "Añadir etiqueta de línea o bus": coloca etiqueta (etiqueta local). Dos líneas pueden conectarse entre ellas mediante dos etiquetas idénticas en la misma hoja. Para conexiones entre dos hojas diferentes, hay que utilizar símbolos globales.

k) "Añadir etiqueta global": colocar etiquetas globales permite asegurar la conexión entre la sub-hoja donde se ha colocado esta etiqueta y la hoja raíz que contiene el símbolo de sub-hoja.

l) "Añadir unión": para colocar en el punto de intersección de dos líneas, o entre una línea y un pin, cuando pueda haber ambigüedad. (Es decir, si un extremo de la línea o del pin no está conectado a uno de los extremos de otra línea).

© Alfaomega - RC Libros

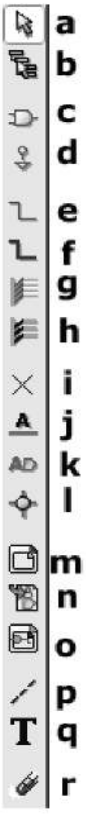


Figura 3.2. Barra de herramientas derecha de Eeschema.

m) "Añadir símbolo de jerarquía de hoja": coloca el símbolo de sub-hoja de jerarquía (rectángulo de dimensión ajustable). Habrá que precisar el nombre del fichero para guardar los cambios de este "sub esquema".

n) "Importar etiquetas globales y creación de los pines correspondientes": desde la sub-hoja para crear puntos de conexión en un símbolo sub-hoja jerárquica. Esto supone que ya se han colocado en esta sub-hoja etiquetas globales. Para este símbolo de jerarquía, los puntos de conexión así creados son equivalentes a los pines de un componente clásico y deben conectarse mediante líneas de conexión.

© Alfaomega - RC Libros

o) "Añadir pin de jerarquía en símbolo de jerarquía": crea etiquetas globales de la sub-hoja para crear puntos de conexión. Esta función es análoga a la precedente pero no necesita tener los símbolos globales ya definidos.

p) "Añadir línea o polígono gráfico": traza líneas o símbolos gráficos. Solo tiene valor decorativo y no asegura ninguna conexión.

q) "Añadir texto gráfico o comentario": coloca textos de comentario. Solo tiene valor estético.

r) "Borrar elemento": borra elementos del esquemático apuntado por el cursor. Si se señalan varios elementos superpuestos, la prioridad la tiene el más pequeño (en el orden de prioridad decreciente de unión, no conectado, cable, bus, texto, componente). Las hojas de jerarquía no se pueden borrar con este comando.

La barra de tareas izquierda (figura 3.3) permite el acceso a las funciones de visualización de *Eeschema*:

a) De la rejilla: se muestra o no.

b) De las unidades: pulgadas.

c) De las unidades: milímetros.

d) Del cursor.

e) De los pines "invisibles", que suele ser en los pines de alimentación de algunos circuitos integrados.

f) Las direcciones autorizadas de los cables y buses.

 © Alfaomega - RC Libros

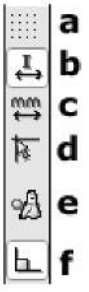


Figura 3.3. Barra de herramientas izquierda de Eeschema.

3.3. EDICIÓN ESQUEMA

3.3.1. Estudio del circuito

Se va a realizar el esquema de un circuito que se utiliza como amplificador para pequeños receptores. El circuito se incluye entre la etapa detectora o discriminadora (también denominado demodulador *FM* o *AM*) y el altavoz, su función es la de amplificar la señal para que sea capaz de accionar el altavoz.

Este tipo de circuitos se denomina amplificador de baja frecuencia o amplificador de audio. En equipos más antiguos se utilizaban circuitos con transistores (denominados amplificadores transistorizados), los cuales estaban formados por varios circuitos amplificadores, para obtener a la salida una señal de amplitud muy superior a la de entrada. Actualmente, se diseñan con circuitos integrados, como, por ejemplo, el *LM386* que se muestra en este apartado.

Para los aficionados que vayan a realizar un esquema para después crear una placa de circuito, comentar que hay que realizar un estudio previo del circuito para identificar componentes (disponibilidad o hay que realizar alguna modificación), las entradas y las salidas (serán incluidas como conexiones externas) y si se trabaja con circuitos integrados comprobar la asignación de pines. Este paso es importante porque se puede estar añadiendo un error al diseño; es decir, se están realizando malas conexiones.

© Alfaomega - RC Libros

El circuito que se va a representar es el que se corresponde con la figura 3.4, en donde para simplificar el diseño se elimina la posibilidad de modificar la ganancia del circuito, dejándola constante a 200 (se elimina la conexión externa *jumper* en serie con *C2* por un circuito cerrado), y eliminando el diodo *led* que indica presencia de tensión (*LED* y resistencia *R1*).

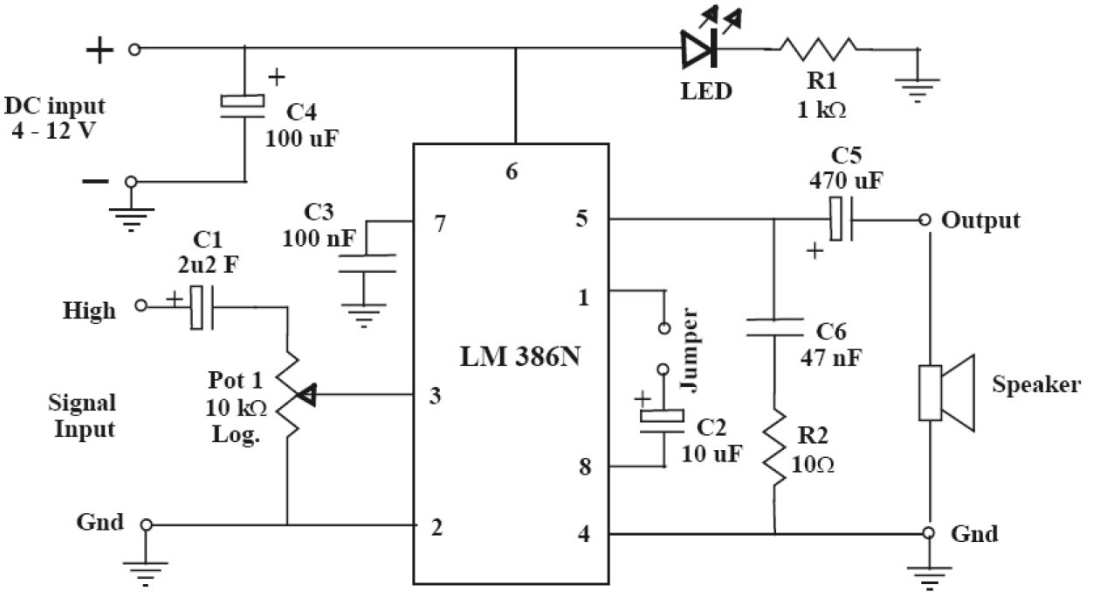


Figura 3.4. Circuito.

Se identifican las entradas al circuito:

- Señal de entrada (audio): *Signal Input*.
- Alimentación (proveniente de una pila): *DC input*.

Se identifican las salidas al circuito:

- Señal al altavoz: *Speaker*, hay que tener en cuenta que el altavoz no estará incluido en la placa de circuito impreso.

© Alfaomega - RC Libros

3.3.2. Crear proyecto

Una vez ejecutado el gestor de proyectos (*Kicad*), hay que hacer clic en el "Nuevo proyecto" (icono a de la figura 2.14), entonces pedirá el nombre que se asignará al diseño; por ejemplo, *Amplificador_Radioreceptor.pro*.

Conviene crear un nuevo directorio para cada diseño, puesto que se cambia el directorio de trabajo. Entonces si se crean varios diseños en un mismo directorio en la ventana del gestor de proyectos todos los ficheros asociados a la aplicación *Kicad* pueden inducir a error, o se puede borrar algún fichero de forma accidental.

El resultado es el que se muestra en la figura 3.5.

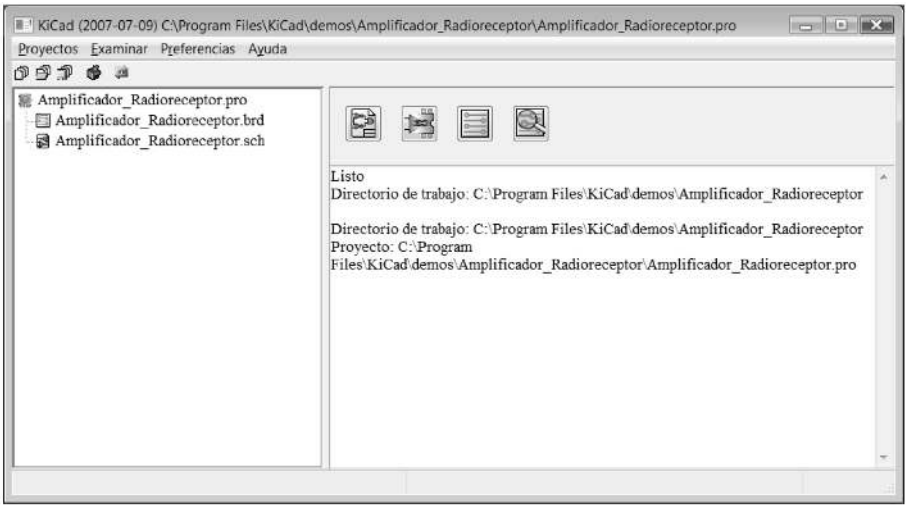


Figura 3.5. Nuevo diseño.

Cada vez que se ejecuta la aplicación *Kicad*, el proyecto que aparece es el último con el cual se estaba trabajando. Esto es debido a que se queda almacenada la dirección de trabajo, entonces cada vez que se ejecute la aplicación, se mostrará en la ventana (figura 3.5) el directorio de trabajo y el nombre (junto con la dirección en que se encuentra) del proyecto.

© Alfaomega - RC Libros

3.3.3. Editar esquema

Una vez se ha creado el proyecto (desde el editor de proyectos), se procede a editar el esquema electrónico de la placa de circuito impreso.

Para ello, desde la ventana del editor de proyectos hay que acceder a la herramienta *Eeschema*. Se puede acceder haciendo clic sobre el icono de *Eeschema* (figura 2.8) o haciendo doble clic sobre el fichero.

La primera vez que se abra la ventana del editor de esquemas se mostrará una ventana de información (figura 3.6) indicando que el fichero no existe o no lo ha encontrado, esto es lógico ya que se trata de un proyecto nuevo, por lo que una vez guardados los cambios ya no se mostrará este mensaje, y simplemente pulsando sobre "Aceptar" se podrá comenzar a crear el esquema.

Para incluir los componentes hay que hacer clic sobre el icono "Añadir componente" (icono c de la figura 3.2), entonces aparecerá una nueva ventana con un formulario de búsqueda del componente (figura 3.7).

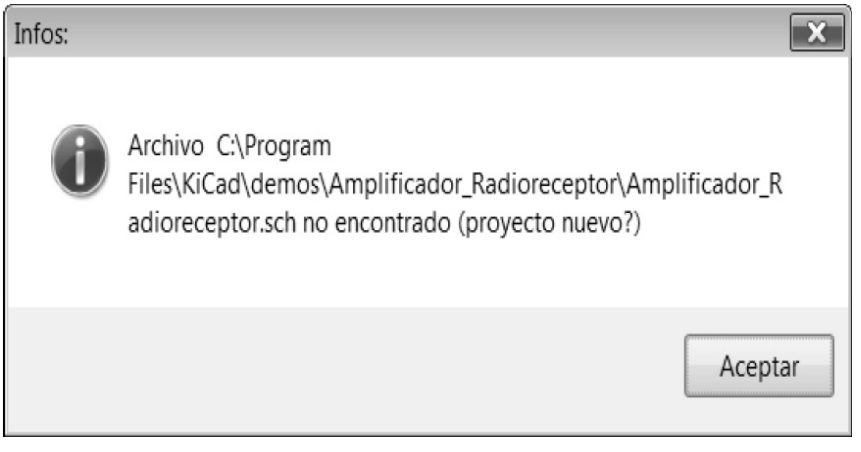


Figura 3.6. Mensaje de advertencia.

© Alfaomega - RC Libros

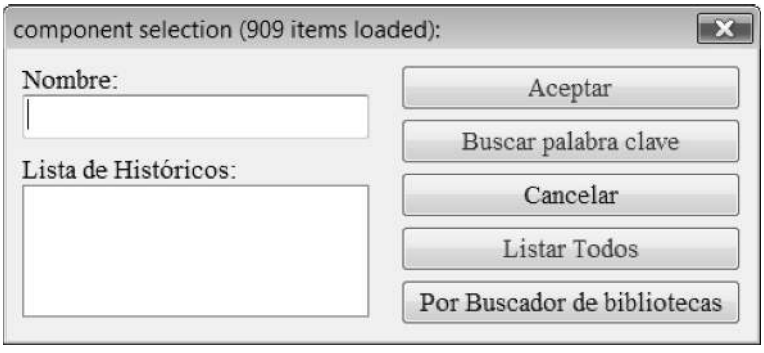


Figura 3.7. Elección de componentes.

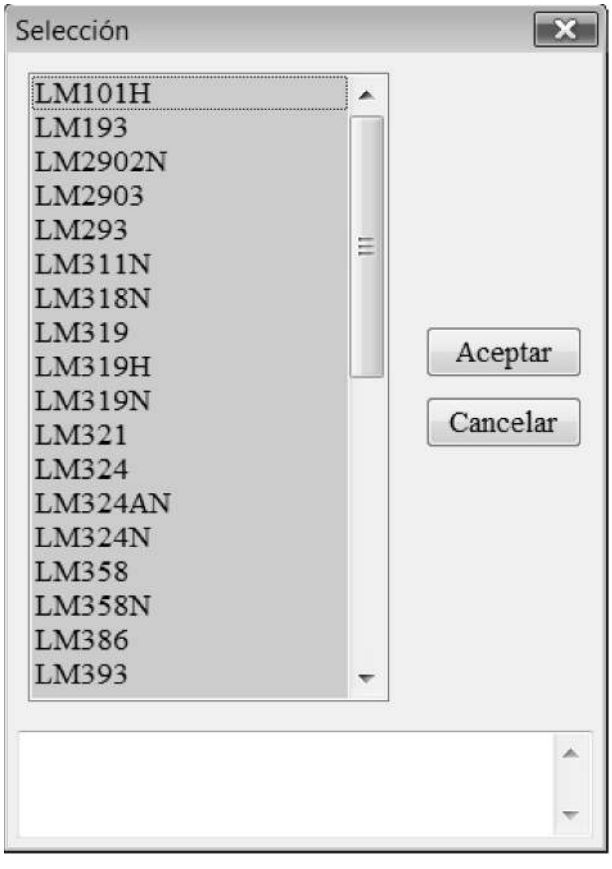


Figura 3.8. Lista de componentes que empiezan por LM.

Si se conoce el nombre del componente, se introducirá en el cuadro de texto "Nombre". Si se introduce el nombre incompleto, entonces aparecerá una nueva ventana con los componentes que comiencen con el texto introducido en la casilla "Nombre" (por ejemplo, en la figura 3.8 se muestra tras introducir "LM" en el cuadro de texto "Nombre").

Si se introduce un nombre que no se corresponde con ningún componente de los disponibles en las librerías, mostrará un error "Componente no encontrado". Si se pulsa el botón "Listar todos" de la ventana de búsqueda de la figura 3.7, aparecerá una ventana similar a la de la figura 3.8, pero se mostrarán los nombres de todas las librerías (figura 3.9). A continuación, si se hace doble clic sobre cualquier librería, aparecerá una lista con todos los nombres de los componentes de la librería seleccionada.

Figura 3.9. Lista con librerías.

© Alfaomega - RC Libros

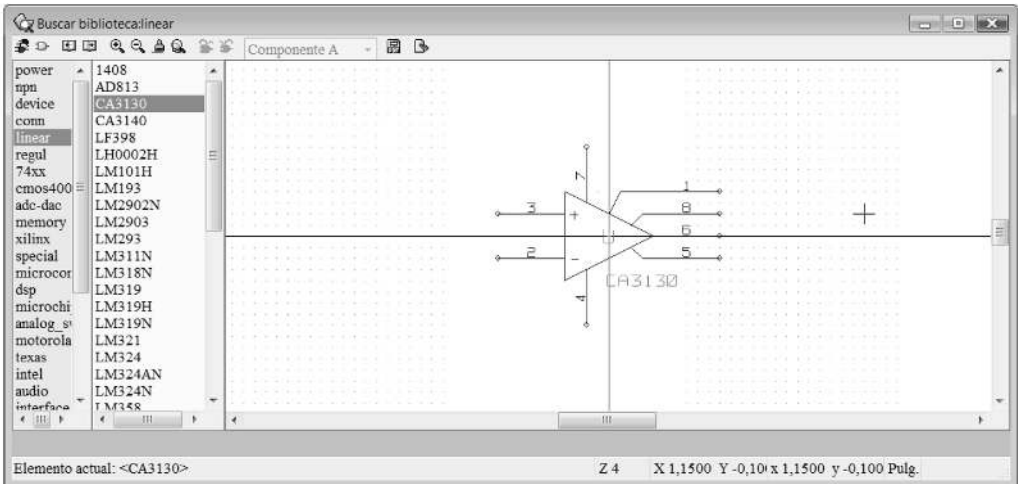


Figura 3.10. Ventana de búsqueda.

Aunque si no se conoce o se duda del símbolo a utilizar, en el formulario de búsqueda (figura 3.7) hay que hacer clic en el botón "Por buscador de bibliotecas". Entonces aparecerá la ventana de la figura 3.10, en donde se muestra: una columna con la lista de librerías, otra columna con los componentes de la librería seleccionada y la imagen del símbolo del componente seleccionado. Por ejemplo, en la figura 3.10 se muestra el símbolo del componente *CA3130* de la librería linear.

Para simplificar el proceso, y que el lector no comience a ciegas, se indican los componentes utilizados y la librería en la que se encuentran:

- Resistencias: *R* librería *device*.
- Potenciómetro: *POT* librería *device*.
- Condensador: *C* librería *device*.
- Condenador electrolítico: *CP* librería *device*.
- Integrado: *LM386* librería *linear*.
- Conectores: *CONN_2* librería *conn*.

© Alfaomega - RC Libros

Una vez colocados todos los componentes, hay que realizar las uniones eléctricas entre los componentes, para ello hay que hacer clic sobre el icono "Añadir línea de conexión" (icono e de la figura 3.2).

Primero hay que hacer clic sobre uno de los pines del componente, luego hay que indicar el camino que deberá seguir, y finalmente se hace clic sobre el pin de destino. Si se ha iniciado el proceso y no se desea realizar dicha conexión, hay que pulsar el botón derecho del ratón y seleccionar "Cancelar".

Para finalizar el proceso de interconexión de componentes, se hace clic sobre cualquier acción de la barra de herramientas izquierda (figura 3.2), o se puede pulsar el botón derecho del ratón y seleccionar "Fin Herramienta", volviendo a la acción "Cursor" (icono a de la figura 3.2).

Finalmente, hay que renombrar los componentes, para ello hay que hacer clic en "Numerar componentes" (icono u de la figura 3.1). Ahora cada componente tendrá una referencia diferente, y así la aplicación entiende que cada componente es diferente para luego asociar a su módulo.

Por ejemplo, al ir incluyendo las resistencias, *Eeschema* renombra a todos los componentes como *R?*, en vez de: *R1*, *R2*, etc.

Para asignar la numeración de forma manual, hay que situar el cursor sobre el texto *R?* y se pulsa el botón derecho del ratón; a continuación, se selecciona "Editar campo", entonces aparecerá una ventana para introducir el nuevo nombre.

También se pueden incluir los valores que tomarán los componentes, ya que *Eeschema* le da un valor: *R* para resistencias, *C* para condensador, *POT* para potenciómetro, *CAPAPOL* para condensador polarizado, etc.

Para cambiar el valor por defecto, hay que hacer clic sobre el componente pulsando el botón derecho del ratón, luego se selecciona "Editar componente" y del menú emergente se selecciona "Valor...", entonces aparecerá un formulario para introducir el nuevo valor.

 © Alfaomega - RC Libros

Así pues, en la figura 3.11 se muestra un posible resultado del esquema del circuito, aunque el lector puede utilizar otro tipo de disposición de los componentes.

Las referencias de los componentes del circuito de la figura 3.11 no se corresponden con el circuito de la figura 3.4, esto es debido a que se ha utilizado la acción de numeración automática, aunque se podría haber asignado de forma manual.

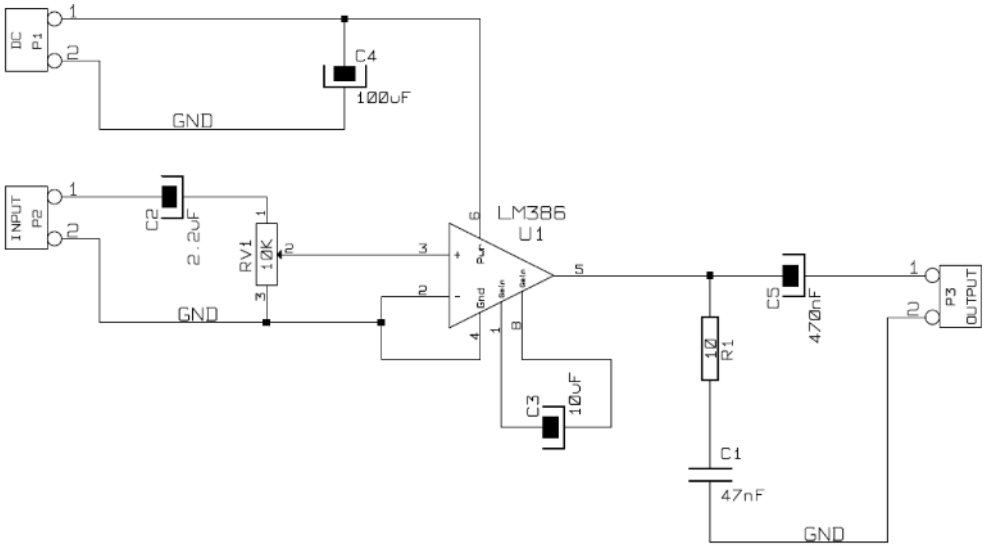


Figura 3.11. Diseño de circuito de Eeschema.

3.3.4. Acciones útiles para editar esquemas

A continuación, se comentan algunas acciones que pueden ser de utilidad para realizar los esquemas:

- Durante la interconexión de componentes se pueden utilizar las acciones "Zoom +" y "Zoom –" (iconos o y p de la figura 3.1, respectivamente), así se evita realizar conexiones erróneas.

© Alfaomega - RC Libros

- Al realizar modificaciones, se pueden quedar restos en la hoja de edición; por ejemplo, al desplazar un componente pueden quedar una serie de puntos y rayas en donde estaba antes el componente. Por ello es aconsejable al realizar alguna acción como desplazar, borrar, copiar y pegar, accionar la acción "Redibujar" (icono q de la figura 3.1).

- Para realizar una selección de un componente o serie de componentes, hay que utilizar la acción "Cursor" (icono a de la figura 3.2), después de hacer clic sobre la hoja de edición manteniendo pulsado el botón izquierdo del ratón, aparecerá un cuadrado y todo lo que se incluya dentro de ese cuadrado quedará seleccionado. Si una vez seleccionado no se desea realizar nada con lo seleccionado (porque no se ha seleccionado lo que se deseaba), hay que pulsar el botón derecho del ratón y se selecciona "Cancelar".

- Si se desea borrar uno o varios componentes, se deberá seleccionar (como se indica en el párrafo anterior) y pulsar el botón derecho del ratón; a continuación, se selecciona "Other block command" y del menú emergente se selecciona "Borrar bloque". Así borrará no solo el componente, sino todo lo que se encuentre seleccionado.

- Para cambiar la orientación del componente, hay que hacer clic sobre el componente con el botón derecho del ratón, se selecciona "Orientar componente", y en el menú emergente se selecciona la acción que se desee realizar: "Rotación +", "Rotación-", "Mirror--" (girar eje horizontal) o "Mirror ||" (girar eje vertical).

- Si se desea borrar la línea de conexión, hay que hacer clic sobre la línea de conexión con el botón derecho del ratón, y si se selecciona "Borrar hilo", entonces se eliminará la línea de conexión. Si se selecciona "Borrar conexiones", se eliminarán la línea y todas las conexiones asociadas.

© Alfaomega - RC Libros

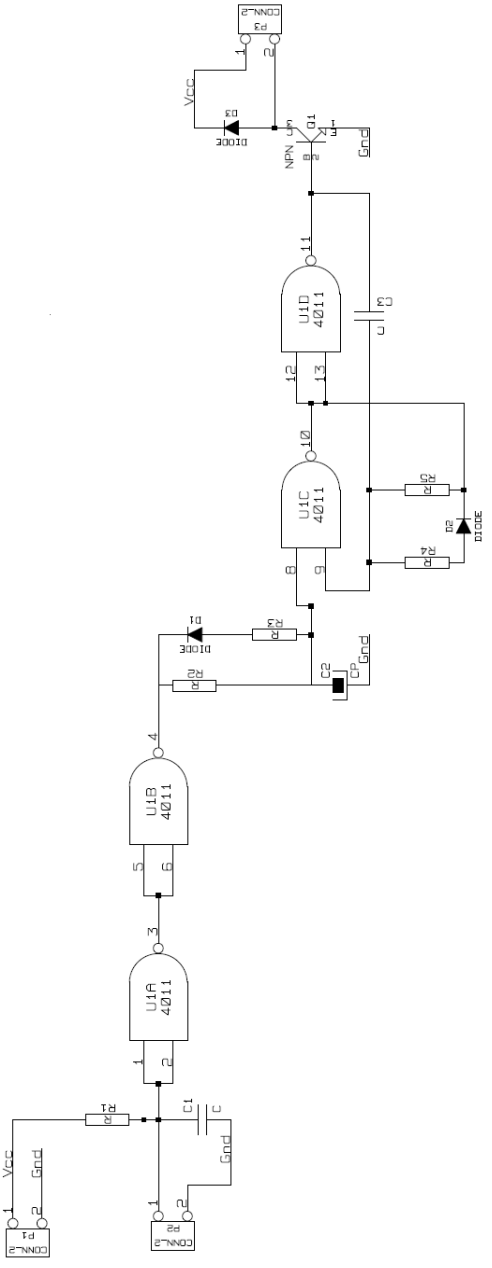


Figura 3.12. Circuito sirena.

3.4. INCLUSIÓN DE ETIQUETAS

3.4.1. Ejemplo I

En este apartado se muestra un ejemplo que consiste en un circuito para una sirena electrónica, que utiliza dispositivos digitales para crear la señal de multivibrador y un transistor para aumentar la potencia de salida. El circuito realizado en *Eeschema* es el mostrado en la figura 3.12.

Como nota destacable se utiliza el circuito integrado *4011* que se trata de un circuito integrado con 4 puertas *NAND* de tecnología *CMOS*. Para situarlos en el esquema, hay que buscar el componente *4011* de la librería *cmos4000*.

Una vez colocados, se sitúa el cursor sobre el símbolo y se pulsa el botón derecho del ratón, entonces se selecciona "Editar Componentes", después en el menú emergente se selecciona "Unidad" y aparecerán las opciones: "Unit 1A", "Unit 2B", "Unit 3C" y "Unit 4D".

Seleccionando una u otra opción se selecciona una u otra puerta lógica, al ir cambiando de una a otra opción podrá observar cómo cambia la asignación de los números de las conexiones de la puerta *NAND*, esto es debido a que cambian los pines del circuito integrado al referirse a una u otra puerta lógica, se trata de una acción importante para después crear la placa de circuito impreso.

La lista de símbolos y la librería en la que se encuentra son:

- *C1* y *C3*: símbolo *C* de la librería *device*, se corresponden con un condensador.
- *C2*: símbolo *CP* de la librería *device*, se corresponde con un condensador electrolítico.
- *P1…P3*: símbolo *CONN_2* de la librería *conn*, se corresponden con las conexiones exteriores al circuito y que después serán conexiones de entrada y salida a la placa de circuito impreso.

 © Alfaomega - RC Libros

- *R1…R5*: símbolo *R* de la librería *device*, se corresponden con las resistencias.

- *D1…D3*: símbolo *DIODE* de la librería *device*, se corresponde con diodos.

- *Q1*: símbolo *NPN* de la librería *npn*, se corresponde con un transistor bipolar.

- *U1A*, *U1B*, *U1C* y *U1D*: símbolo *4011* de la librería *cmos4000*, se corresponden con las puertas lógicas *NAND* del circuito integrado.

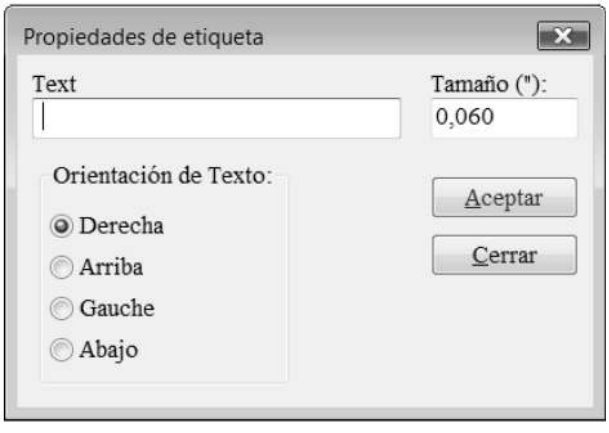


Figura 3.13. Incluir etiqueta a línea de conexión.

Para facilitar la conexión y evitar el uso de excesivas líneas que puedan dificultar la comprensión del circuito para posibles futuras revisiones o que el circuito sea consultado por otra persona, se utilizan nombres sobre las líneas de conexión que sirven para indicar a la aplicación que se trata de una interconexión invisible.

Para ello, se utiliza "Añadir etiqueta de línea o bus" (icono j de la figura 3.2), después hay que hacer clic sobre la hoja de trabajo y aparecerá una nueva ventana en donde se indica el texto a incluir (figura 3.13), en el cuadro de texto "Text" se incluirá el nombre que servirá para unir las líneas de conexión. Un ejemplo es el utilizado en el circuito para la línea de alimentación: *Vcc* para el

terminal positivo y *Gnd* para el terminal negativo, indicando una alimentación de tensión continua que puede ser suministrada por pilas o baterías o para la conexión de una fuente de alimentación.

Comentar que los nombres que se utilicen deben ser idénticos, respetando tanto las mayúsculas como las minúsculas.

3.4.2. Ejemplo II

Otro ejemplo consiste en un circuito con una válvula de vacío tipo *ECC83*. El circuito realizado en *Eeschema* es el mostrado en la figura 3.14.

Se utiliza la inclusión de nombres sobre las líneas de conexión para que la visualización del circuito sea más clara, como "F_1" y "F_2" para la alimentación de los filamentos de la válvula. Tal y como se comentaba en el apartado anterior ("Añadir etiqueta de línea o bus" icono j de la figura 3.2).

En este esquema para la conexión en todo el circuito de masa se utiliza el símbolo que lo representa, aunque funcionalmente hablando el resultado es el mismo que poniendo nombres sobre las líneas, aunque en aspectos visuales es mucho más cómodo el usar el símbolo. El símbolo es *AGND* y se encuentra disponible en la librería *power*, en esta misma librería se encuentran varios símbolos relacionados con la alimentación (*+1.2V*, *+1.8V*, etc.).

Los dos símbolos de válvulas se corresponden en la parte física o real como un solo componente, se trata de una válvula *ECC83* con nueve conexiones. Para situarlos en el esquema hay que buscar el componente *ECC83* de la librería *valves*.

Una vez colocados, se sitúa el cursor sobre el símbolo y se pulsa el botón derecho del ratón, entonces se selecciona "Editar Componentes", después en el menú emergente se selecciona "Unidad" y aparecerán las opciones: "Unit 1A" y "Unit 2B".

 © Alfaomega - RC Libros

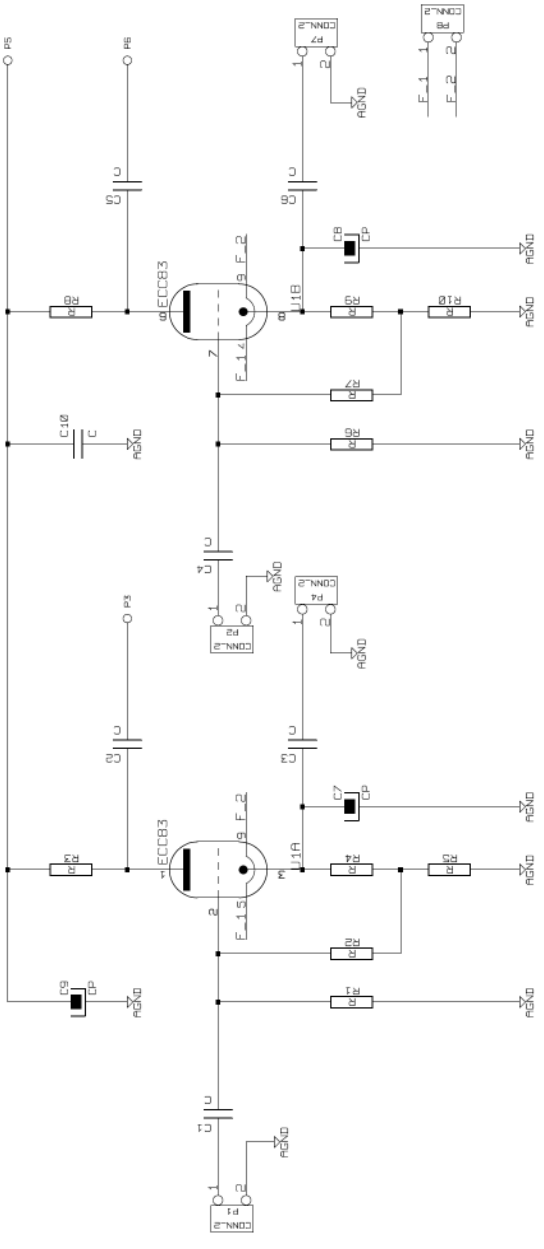


Figura 3.14. Circuito con válvulas de vacío.

Para facilitar la tarea del lector se muestran a continuación los componentes utilizados y la librería en la que se pueden encontrar:

- *C1...C6* y *C10*: símbolo *C* de la librería *device*, se corresponden con condensadores.
- *C7…C9*: símbolo *CP* de la librería *device*, se corresponden con condensadores electrolíticos.
- *P1*, *P2*, *P4*, *P7* y *P8*: símbolo *CONN_2* de la librería *conn*, se corresponden con conexiones exteriores dobles como: alimentación (positivo y negativo), entrada de señal (entrada y referencia) o salida de señal (entrada y salida).
- *P3*, *P5* y *P6*: símbolo *CONN_1* de la librería *conn*, se corresponden con conexiones exteriores al circuito.
- *R1…R10*: símbolo *R* de la librería *device*, se corresponden con resistencias.
- *U1A* y *U1B*: símbolo *ECC83* de la librería *valves*, se corresponden con el símbolo de la válvula de vacío.

3.5. BUS DE DATOS

Un bus es un conjunto de señales (conexiones de hilos) que tienen un nombre que comienza con un prefijo común y termina por un número.

Es decir, una serie de etiquetas relacionadas que siguen esta nomenclatura: "nombre_bus[n…m]", en donde n corresponde al número 0 y m corresponde al último número.

Para ver un ejemplo, se procede a visualizar uno de los ejemplos disponibles tras la realización de la instalación y que se encuentran en el directorio: "C:/Archivos de programa/Kicad/demos/interf_u"; el nombre del proyecto es *interf_u.pro*.

 © Alfaomega - RC Libros

En la figura 3.15 se muestran, los buses utilizados en la edición del esquema; mirando las líneas de conexión, se sigue esta nomenclatura para identificarlas: "PC-A[0…11]" y "PC-DB[0…7]".

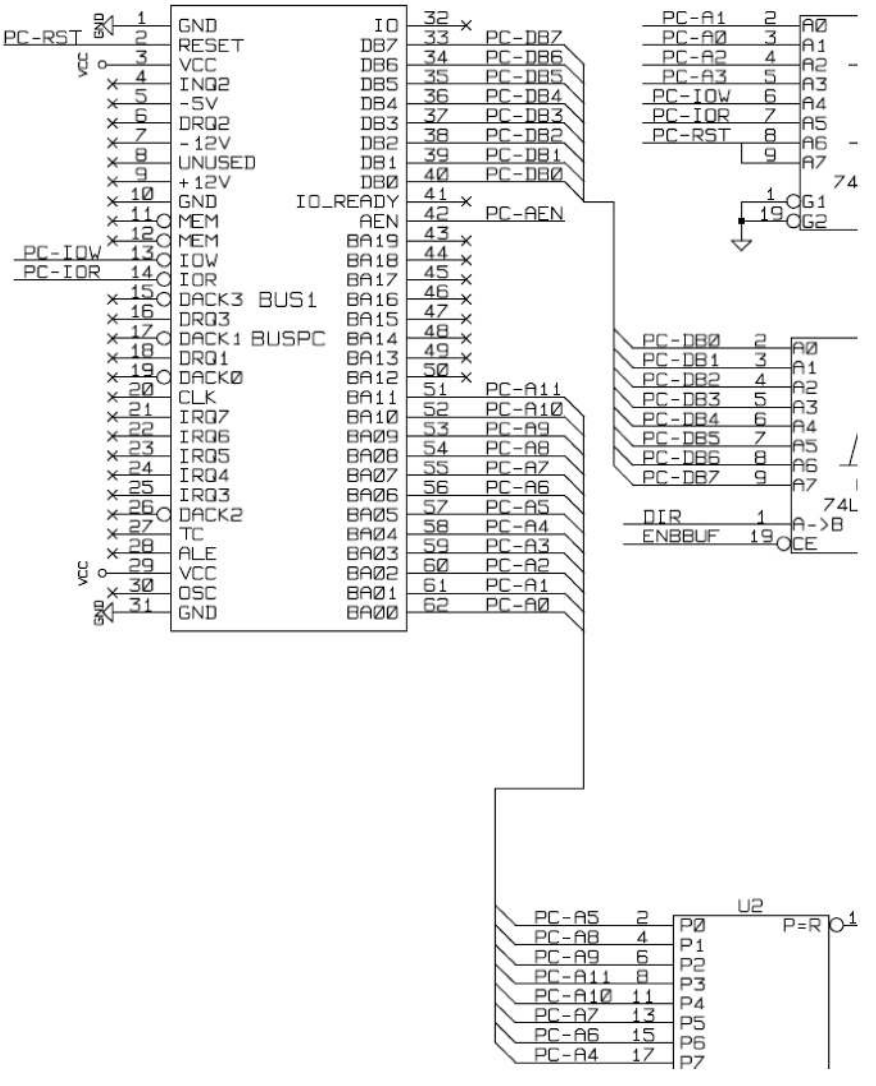


Figura 3.15. Bus en interf_u.sch.

La conexión a un bus se debe realizar utilizando las etiquetas, ya que conectar una línea de conexión o pin a un bus no tiene sentido, puesto que un bus es un conjunto de líneas de conexión o pines.

Entonces las conexiones por medio de entradas de bus (ya sea horizontal o en 45 grados) son solo un factor estético y *Eeschema* no las tiene en cuenta. Aunque cuando se realizan esquemas con sistemas microcontrolados o microprocesados, además de ser un factor estético, sirve de ayuda para una rápida comprensión del esquema.

Para añadir un bus, hay que hacer clic en "Añadir Bus" (icono f de la figura 3.2). Para las conexiones de una línea de conexión al bus, hay que hacer clic en "Añadir entrada a bus (línea a bus)" (icono g de la figura 3.2), o una conexión bus a bus hay que hacer clic en "Añadir entrada a bus (bus a bus)" (icono h de la figura 3.2).

En impresiones a color o en la pantalla de *Eeschema* se distingue entre bus y línea de conexión porque son de color azul y verde, respectivamente.

3.6. DISEÑO JERÁRQUICO

3.6.1. Introducción

Al realizar esquemas de mayor tamaño que el de la hoja, la solución es aumentar el tamaño de la hoja de trabajo o utilizar hojas diferentes con cada una de las partes que forman el circuito. Además, una correcta distribución en subsistemas permite una mejor búsqueda dentro del esquema y una mejor comprensión del circuito.

Así pues, se dispone de un esquema principal denominado raíz o *root* con bloques o referencias generales, y con otros subsistemas que incluyen el esquema con los bloques de la hoja principal. De tal forma que desde la hoja principal o raíz se permita el acceso a todos los subsistemas u hojas secundarias.

© Alfaomega - RC Libros

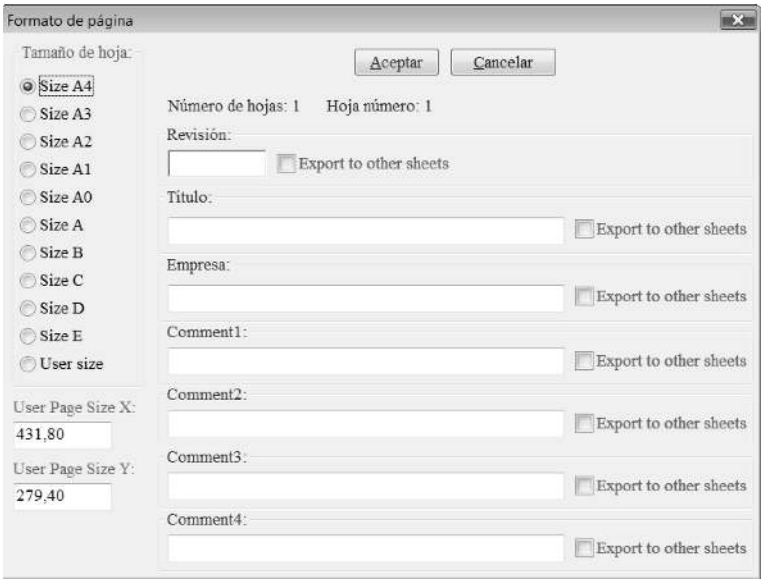


Figura 3.16. Ventana de configuración de página.

Los bloques del diseño de la hoja principal o raíz se denominan *Sheet*, en la hoja principal se representa cada bloque como un símbolo cuadrado o rectangular con unos pines que se corresponden con las entradas o salidas al circuito interno de cada bloque.

3.6.2. Cambiar tamaño de hoja

Una alternativa al diseño jerárquico es aumentar el tamaño de la hoja, aunque esto repercute en el mayor tamaño del papel a manejar y al generar la documentación impresa (plegado de planos), también requerirá el uso de una impresora que permita dicho tamaño de la hoja.

Para cambiar el tamaño de la hoja hay que hacer clic en "Formato de páginas" (icono d de la figura 3.1) y se mostrará la ventana de la figura 3.16. Entonces en "Tamaño" se pueden seleccionar los tamaños de hoja: "A4", "A3", "A2", "A1", "A0", "A", "B", "C", "D", "E" o el tamaño definido por el usuario ("User Size").

En la selección del tamaño por usuario se establece el tamaño en los cuadros de texto: "User Page Size X" y "User Page Size Y", pero hay que tener en cuenta si se han seleccionado las unidades a utilizar en milímetros (icono c de la figura 3.3) o pulgadas (icono b de la figura 3.3).

3.6.3. Navegador de jerarquía

Eeschema dispone de un navegador de jerarquía integrado haciendo clic en "Abrir visualizador de jerarquía" (icono g de la figura 3.1).

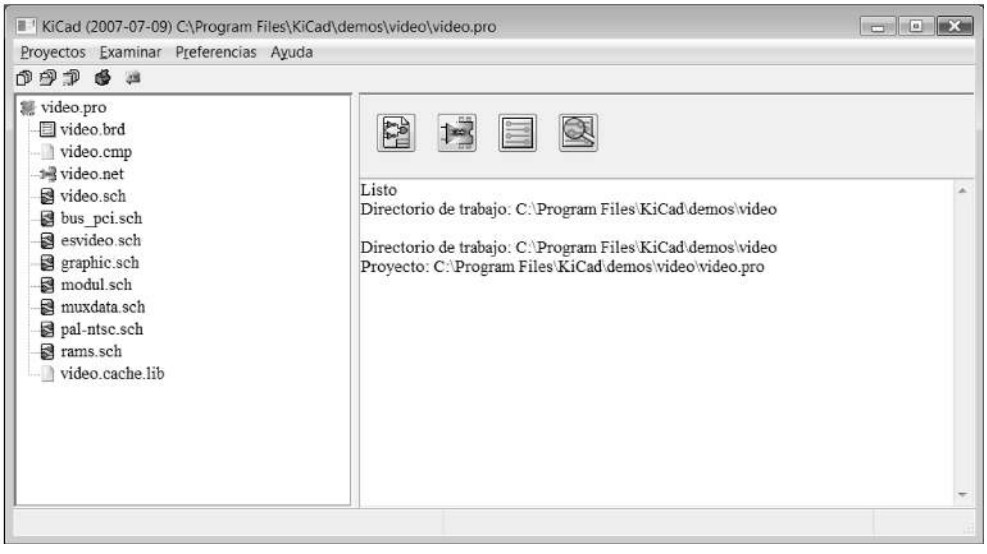


Figura 3.17. Ventana de proyectos de diseño video.pro.

Para ver un ejemplo, se procede a visualizar uno de los ejemplos disponibles tras la realización de la instalación y que se encuentran en el directorio: "C:/Archivos de programa/Kicad/demos/video", el nombre del proyecto es *video.pro*. La ventana del gestor de proyectos es la de la figura 3.17, en donde se puede apreciar que hay varios ficheros de extensión *.*sch*, es decir, los ficheros asociados a *Eeschema*.

© Alfaomega - RC Libros

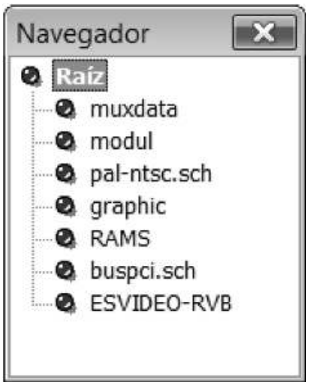


Figura 3.18. Ventana de visualizador de jerarquía.

Entonces si se abre la ventana de visualización de jerarquía se verá la ventana de la figura 3.18. En dicha ventana si se hace doble clic sobre cualquiera de los nombres, se cambiará de una a otra hoja del esquemático.

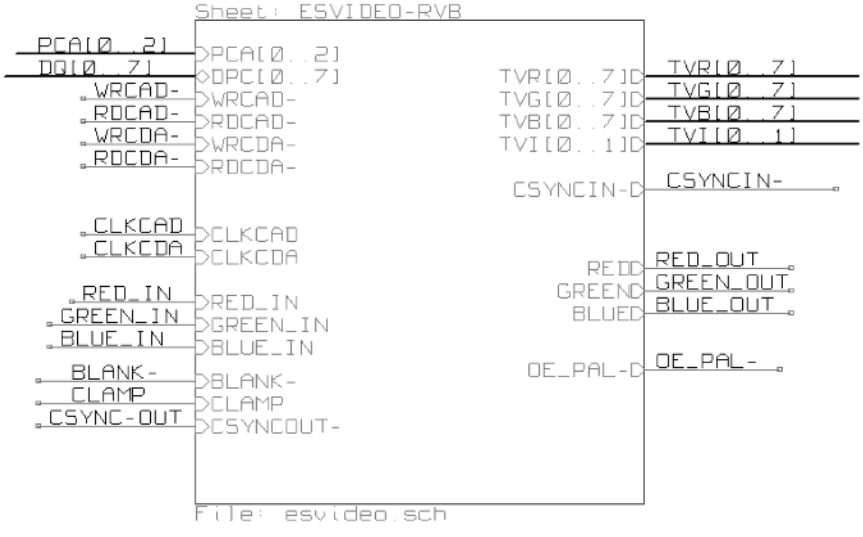


Figura 3.19. Bloque esvideo.sch de diseño jerárquico.

© Alfaomega - RC Libros

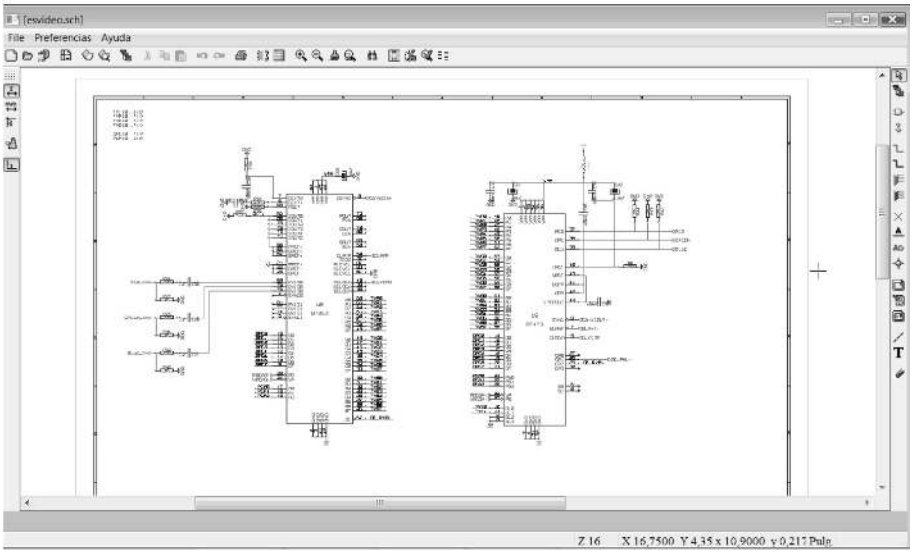


Figura 3.20. Fichero esvideo.sch.

El símbolo de un círculo que se muestra delante de cada texto cambia de color dependiendo de la hoja que se está mostrando, así pues si es el fichero *muxdata*, el círculo será de color verde delante de *muxdata*, y el resto, de color rojo, pero si se cambia a *RAMS*, el círculo rojo cambiará de lugar de *muxdata* a *RAMS* y el resto de círculos serán rojos.

También se puede cambiar de un bloque a otro haciendo doble clic sobre cada uno de los bloques. Por ejemplo, en la figura 3.19 se muestra el bloque correspondiente sobre el esquema que se encuentra en el fichero *esvideo.sch* (ver debajo del bloque de la figura 3.19), entonces situando el cursor sobre el bloque y haciendo doble clic se cambia al esquema del fichero correspondiente (aparecerá el esquema de la figura 3.20).

Al abrir un proyecto y acceder al esquema de *Eeschema* se mostrará directamente el fichero principal o raíz.

© Alfaomega - RC Libros

3.6.4. Establecer jerarquía

Para que el lector pueda realizar un diseño jerárquico, se realiza una modificación del circuito que se hizo en el apartado 3.4. De tal forma que se representa en el diseño principal la entrada y salida al circuito y dos bloques: *multivibrador* y *potencia*.

Una vez creado el nuevo proyecto, por ejemplo *jerarquico.pro*, se accede a *Eeschema* y en la hoja de trabajo se añaden los bloques haciendo clic sobre "Añadir símbolo de jerarquía de hoja" (icono m de la figura 3.2). Entonces al hacer clic sobre la hoja de trabajo, se mostrará una ventana como la de la figura 3.22 en donde se incluye el nombre en el cuadro de texto "Nombre de Hoja" y el fichero en el cuadro de texto "Nombre de Archivo"; a continuación, se podrá crear un cuadrado o rectángulo que representará a cada bloque (el resultado se puede ver en la figura 3.22).

Si se desea modificar el tamaño del símbolo creado para el bloque, hay que situar el cursor sobre el símbolo y pulsando el botón derecho del ratón se selecciona "Redimensionar Hoja".

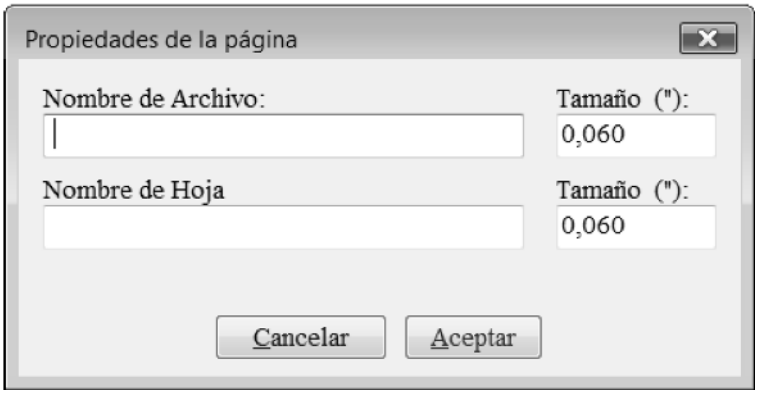


Figura 3.21. Propiedades bloque y nueva página.

© Alfaomega - RC Libros

Figura 3.22. Diseño en bloques.

Figura 3.23. Ventana de visualizador de jerarquía.

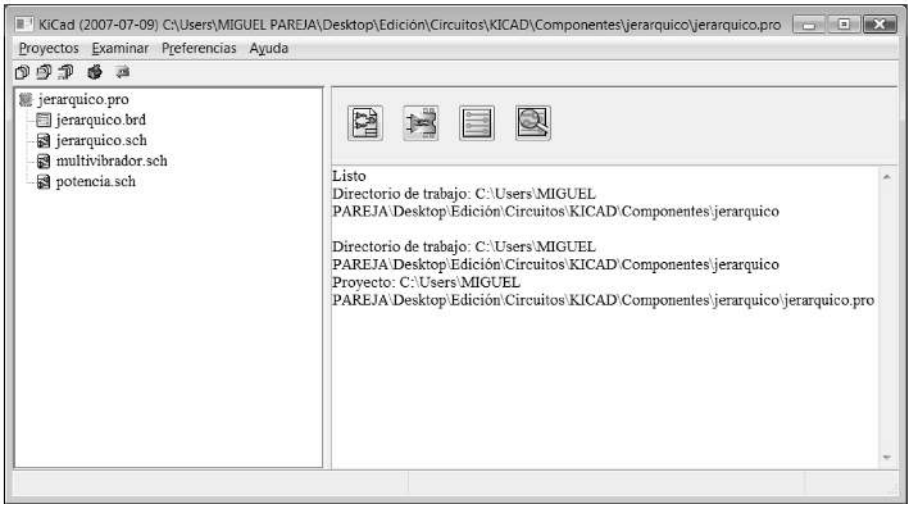


Figura 3.24. Ventana de proyectos de diseño jerarquia.pro.

© Alfaomega - RC Libros

Si lo que se desea es cambiar el nombre o el fichero, hay que situar el cursor sobre el símbolo y pulsando el botón derecho del ratón se selecciona "Editar Hoja" y se mostrará la ventana de la figura 3.21 permitiendo modificar los datos del nombre y del fichero.

Tras crear el bloque, se generará de forma automática el fichero correspondiente al esquema (fichero extensión **.sch*), en la figura 3.23 se muestra la ventana de jerarquía del proyecto *jerarquía.pro* y en la figura 3.24 la ventana del gestor de proyecto con los nuevos ficheros creados.

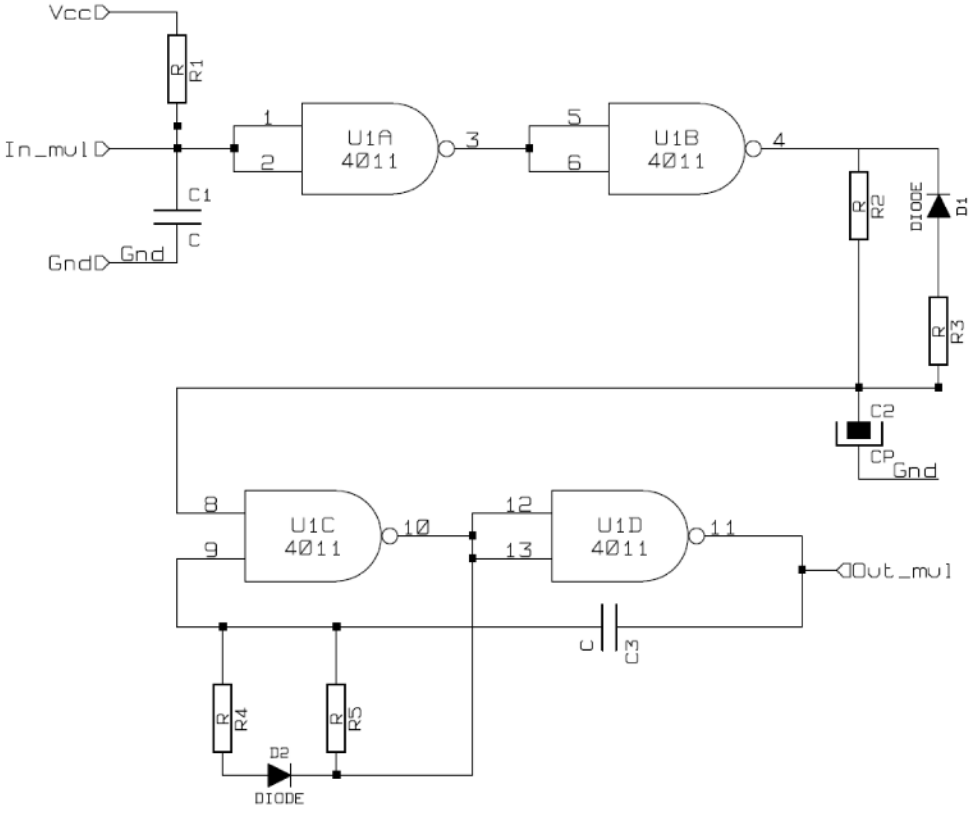


Figura 3.25. Hoja o bloque multivibrador.

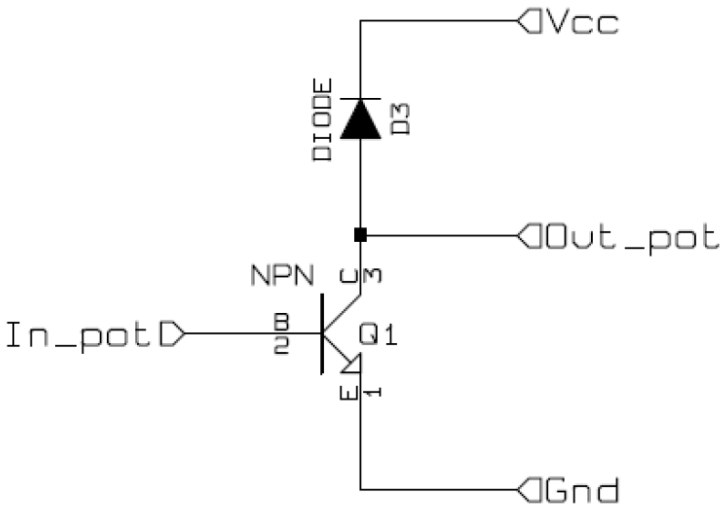


Figura 3.26. Hoja o bloque potencia.

Accediendo a cada hoja (*multivibrador* y *potencia*) se editan los esquemas correspondientes, el resultado de la hoja *multivibrador* se muestra en la figura 3.25 y el resultado de la hoja "potencia" se ve en la figura 3.26.

Dejando las entradas y las salidas como etiquetas globales. Así pues, en la hoja *multivibrador* se utiliza *Vcc* y *Gnd* para la alimentación, e *In_mul* y *Out_mul* para la entrada y salida del esquema.

Para la hoja "potencia", se utiliza *Vcc* y *Gnd* para la alimentación, e *In_pot* y *Out_pot* para la entrada y salida del esquema. A las etiquetas hay que cambiarlas a etiquetas globales para ser utilizadas como intercambio entre las hojas (diseño jerárquico).

Para ello hay que situar el cursor sobre la etiqueta; a continuación, hay que pulsar el botón derecho del ratón y seleccionar "Cambiar tipo", en el menú emergente hay que seleccionar "Cambio a Etiqueta Global".

El proceso debe realizarse para todas las etiquetas de las dos hojas (o bloques) creadas (*multivibrador* y *potencia*). El siguiente paso es que las

© Alfaomega - RC Libros

etiquetas globales de *multivibrador* y *potencia* se incluyan en el símbolo creado en la hoja principal o raíz. Para ello, hay que hacer clic en "Importar etiquetas globales y creación de los pines correspondientes" (icono n de la figura 3.2). A continuación, haciendo un clic sobre el símbolo del bloque de la hoja principal o raíz, irán apareciendo los pines correspondientes a las etiquetas globales definidas, el resultado se muestra en la figura 3.27.

Figura 3.27. Diseño de bloques con pines.

Una vez colocados los pines en los bloques, se pueden desplazar colocando el cursor sobre el pin a desplazar y pulsando el botón derecho del ratón se selecciona "Desplazar Conector de Jerarquía"; para borrarlo, se selecciona "Borrar Conector de Jerarquía".

Para modificar las propiedades del pin, se coloca el cursor sobre el pin a desplazar y pulsando el botón derecho del ratón se selecciona "Editar Conector de Jerarquía", entonces aparecerá la ventana de la figura 3.28.

En el cuadro de texto "Texto:" se puede modificar el nombre del pin. La forma se obtiene eligiendo una opción en "Forma del Pin de jerarquía", en la figura 3.29 se muestran todas las formas de pines disponibles.

En la hoja principal o raíz hay que realizar las conexiones del esquema, el resultado es el que se muestra en la figura 3.30.

Se puede añadir los pines de forma manual sin tener que editar primero los subesquemas (o hojas secundarias) sin definir las etiquetas, haciendo clic en "Añadir pin de jerarquía en símbolo de jerarquía" (icono o de la figura 3.2).

© Alfaomega - RC Libros

Es recomendable realizar el diseño jerárquico de forma semiautomática como se ha comentado a lo largo del apartado, por tener menos posibilidad de error.

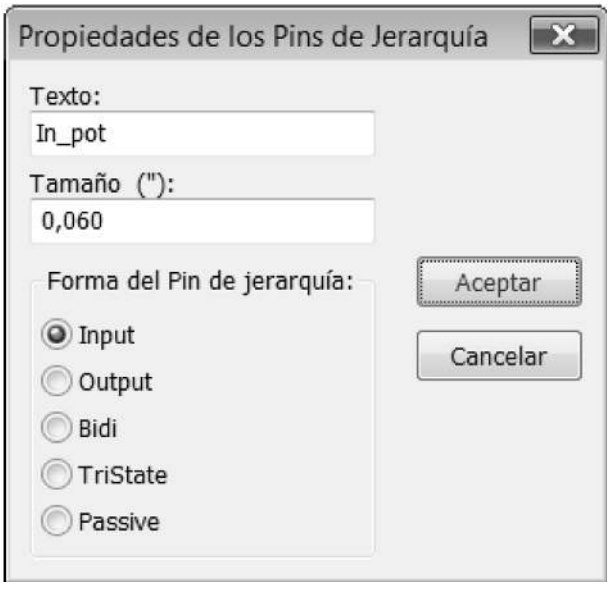


Figura 3.28. Propiedades de los pines.

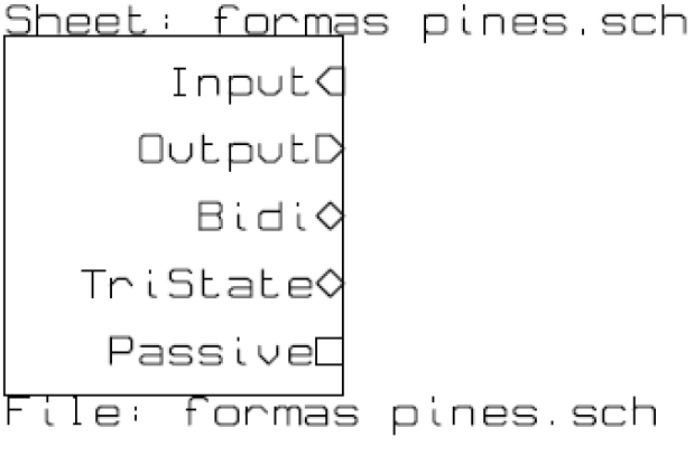


Figura 3.29. Tipos de pines disponibles.

© Alfaomega - RC Libros

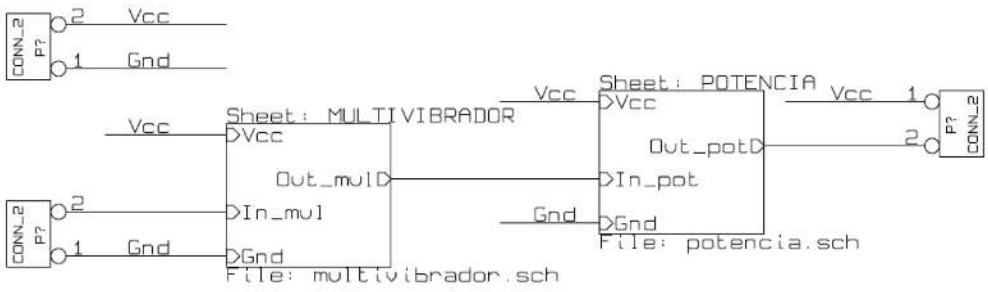


Figura 3.30. Resultado final.

3.7. EDICIÓN DE CAJETÍN

Para acceder a la edición del cajetín en donde se muestra la información sobre el diseño, hay que hacer clic en "Formato de páginas" (icono d de la figura 3.1) y se mostrará la ventana de la figura 3.16. En donde se puede incluir de qué va el circuito ("Título"), el autor o empresa del diseño ("Empresa"), y varios comentarios ("comment1, "comment2"", "comment3" y "comment4").

La fecha y el número de hoja ("sheet n/n") se actualizan automáticamente. Mientras la fecha se actualiza con cada modificación del esquema, el número de hojas se actualizan cuando se utilizan funciones de diseño jerárquico.

En la figura 3.31 se muestra el cajetín de la hoja principal del diseño del ejemplo visto en el apartado 3.6.

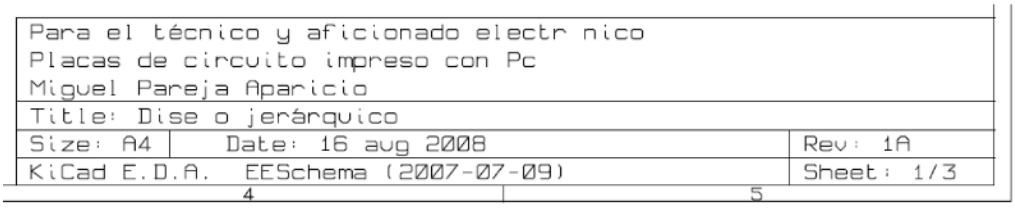


Figura 3.31. Cajetín de la hoja principal.

3.8. LIBRERÍAS

Las librerías que se utilizan en *Kicad* para *Eeschema* (edición de esquemas) se encuentran en el directorio: "C:/Archivos de programa/kicad/library". Los de la biblioteca de *Eeschema* tienen la extensión **.lib*.

Para visualizar todos los símbolos ordenados por bibliotecas, hay que hacer clic en "Abrir Visualizador de bibliotecas" (figura icono j de la figura 3.1). La ventana emergente es la que se muestra en la figura 3.32.

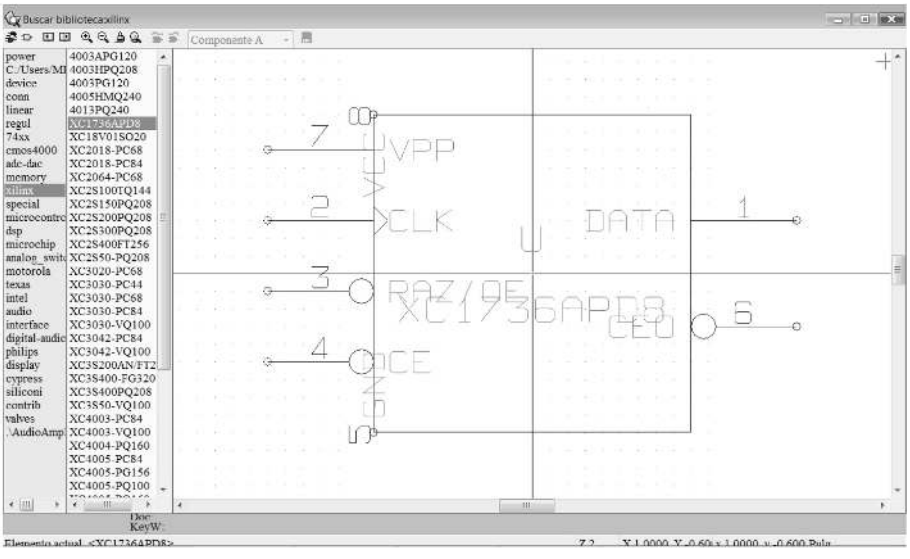


Figura 3.32. Ventana de visualización de librerías.

Para localizar símbolos es útil conocer el nombre de cada biblioteca puesto que se encuentran recogidos por su funcionalidad. Por ejemplo, la librería *power* dispone de símbolos que hacen referencia a indicadores de alimentación: +12 voltios, +5 voltios, etc. De igual forma se encuentra la librería *conn* para conectores, *74xx* para puertas lógicas de la familia *74*, etc.

A destacar la librería *device*, que incluye los símbolos más utilizados como los referentes a componentes pasivos (resistencia, condensador, condensador electrolítico, etc.) o activos (transistores, diodos, etc.).

 © Alfaomega - RC Libros

Puede darse el caso de que se necesiten nuevos símbolos, para ello se dispone de la herramienta de creación o edición de nuevos símbolos, el proceso se detallará en el capítulo 5.

3.9. ACTIVIDADES

1. Cree un nuevo proyecto y denomínelo: *Falimentacion.pro*. Implemente el esquema de una fuente de alimentación básica (figura 3.33). Para simplificar el proceso, y que el lector no comience a ciegas, se indican los componentes utilizados y la librería en la que se encuentran:

- Resistencias: *R* librería *device*.
- Condenador electrolítico: *CP* librería *device*.
- Diodos: *DIODE* librería *device*.
- Transformador: *TRANSFO* librería *device*.
- Conectores: *CONN_1* librería *conn*.

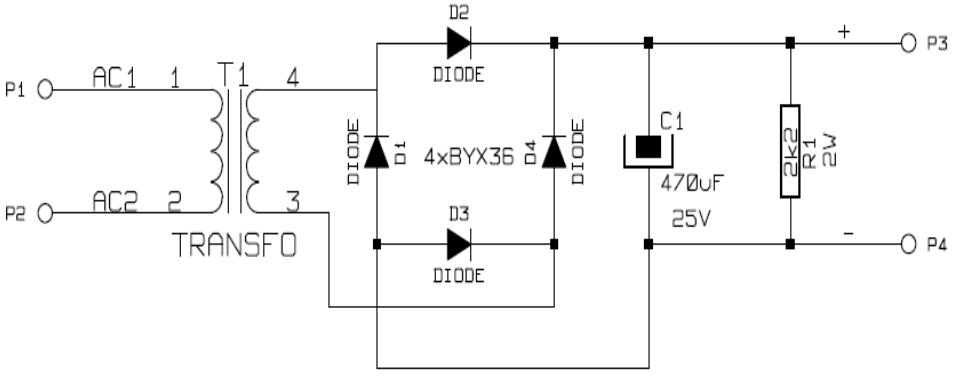


Figura 3.33. Fuente de alimentación simple.

2. Cree un nuevo proyecto y denomínelo: *Falimentacion_regulador.pro*.

a) Implemente el esquema de una fuente de alimentación con regulador (figura 3.34). Para simplificar el proceso, y que el lector no comience a ciegas, se indican los componentes utilizados y la librería en la que se encuentran:

- Resistencias: *R* librería *device*.
- Condenador electrolítico: *CP* librería *device*.
- Diodos: *DIODE* librería *device*.
- Diodos zener: *ZENER* librería *device*.
- Transformador: *TRANSFO* librería *device*.
- Transistor bipolar *NPN*: *NPN* librería *device*.
- Conectores: *CONN_1* librería *conn*.

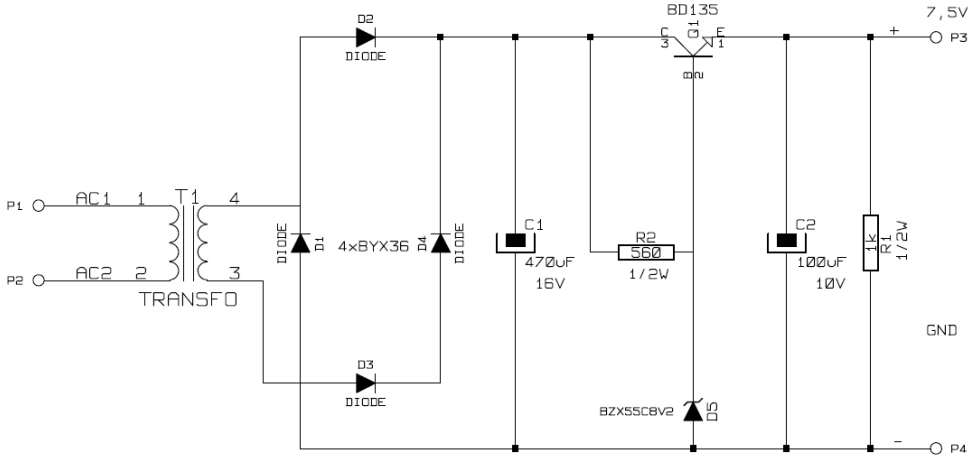


Figura 3.34. Fuente de alimentación con regulador.

© Alfaomega - RC Libros

b) Utilizando lo visto en el apartado 3.6, realice el diseño jerárquico para incluir en cuatro bloques del circuito de la figura 3.34, tal y como se indica a continuación:

- Transformador, rectificador y condensador: básicamente el circuito visto en la actividad 1 y correspondiente a una fuente de alimentación básica.

- Regulador: que incluye el circuito formado por el regulador serie, que incluya: resistencia, transistor y diodo zener.

- Circuito de carga: que integra el condensador y resistencia de salida conectados en paralelo.

c) Edite los cajetines de los esquemas disponibles del apartado b.

3. Complete la siguiente tabla con información sobre los componentes, la denominación que se utiliza en *Eeschema* y la librería donde se encuentra.

Componente	**Denominación**	**Librería**
Bobina	INDUCTOR	*device*
Transistor fet tipo P		
Regulador 7905		
Circuito integrado 74HC14		
Circuito integrado CMOS 4040		
Amplificador operacional TL082		
Fotorresistor		

© Alfaomega - RC Libros

4. Cree un nuevo proyecto y denomínelo: *FA_rectificador_regulador.pro*. Utilizando el circuito de referencia de la actividad 2, sustituya los 4 diodos por el símbolo de un puente rectificador, y el regulador por un 7805. Antes de realizar el esquema, complete la siguiente tabla con la lista de componentes, su denominación y la librería en donde se encuentra.

Componente	**Denominación**	**Librería**
Resistencias	R	*device*
Condensadores electrolíticos	CP	*device*
Puente rectificador		
Transformador	TRANSFO	*device*
Regulador +5V, 7805		
Conectores	CONN_1	*conn*

© Alfaomega - RC Libros

CAPÍTULO 4

CREAR PLACA DE CIRCUITO IMPRESO CON KICAD

4.1. INTRODUCCIÓN

En este capítulo se va a mostrar la forma de realizar una placa de circuito impreso partiendo de la edición del esquema electrónico. El fichero utilizado es el mismo que se ha editado en el apartado 3.3, denominado *Amplificador_Radioreceptor.pro*. Así pues, el proceso de creación de la placa de circuito impreso es el siguiente:

- Primero, se crearán los ficheros: *Amplificador_Radioreceptor.sch* (con el editor de esquemas *Eeschema*) y *Amplificador_Radioreceptor.brd* (con el editor de placas de circuito impreso *Pcbnew*). Se describió el proceso en el apartado 3.3.2.

- Segundo, se editará el esquema que definirá el circuito del cual se vaya a crear la placa de circuito impreso. Se describió el proceso en el apartado 3.3.3.

- Tercero, se crea el *netlist*, que sirve de unión entre el programa de edición de esquemas (*Eeschema*) y el de creación de placa de circuito impreso (*Pcbnew*), dicho fichero se denominará

Amplificador_Radioreceptor.net. En este paso se añade información sobre el módulo que se va a utilizar para cada componente, para ello se utiliza la aplicación *CvPcb*. Se describió el proceso en el apartado 4.4.2.

- Cuarto y último, se creará la placa de circuito impreso, para ello hay que definir los límites de la placa, situar los módulos de los componentes y realizar la unión mediante las pistas. Se describirá el proceso en el apartado 4.4.3.

Si además se dispone de las librerías para los componentes en tres dimensiones (3D), se podrá ver el resultado de la placa de circuito impreso en tres dimensiones.

4.2. PANTALLA DE EDICIÓN DE PLACA CIRCUITO IMPRESO: PCBNEW

Pcbnew dispone de tres barras de herramientas en las que cada una de ellas se encuentra agrupada en función de las acciones que se realizan haciendo clic sobre los iconos que los constituyen. La barra de tareas superior (figura 4.1) permite el acceso a las funciones principales de *Pcbnew*:

a) "Nuevo circuito impreso".

b) "Abrir circuito impreso".

c) "Guardar circuito impreso".

d) "Formato de página".

e) "Abrir editor de módulos": abre el editor de componentes *Modedit* (examinar, modificar y editar módulos en bibliotecas), en el capítulo 5 se mostrará información más detallada sobre el editor de componentes.

f) "Cortar elemento seleccionado": suprime los elementos seleccionados cuando se ha realizado "Mover bloque".

© Alfaomega - RC Libros

g) "Anular el último borrado".

h) "Imprimir circuito impreso".

i) "Trazar HPLG, POSTSCRIPT o GERBER".

j) "Zoom +", aumento del centro de la pantalla.

k) "Zoom -", reducción del centro de la pantalla.

l) "Redibujar": refresco de la pantalla.

m) "Zoom automático": zoom óptimo.

n) "Buscar componentes y texto".

o) "Leer netlist": procesar el fichero de Netlist (lectura, compilación, test).

p) "Control de reglas de diseño": *DRC* (*Design Rule Check*), control automático de las pistas.

q) Selección de la capa de trabajo.

r) "Modo módulo: colocación y desplazamiento manual y automático de los módulos": si está activo, da prioridad a las opciones relativas a los módulos.

s) "Modo pistas y autorrutado": si está activo, da prioridad a las opciones relativas a las pistas.

t) Selección de una anchura de pista utilizada anteriormente.

u) Selección de una dimensión de vía utilizada anteriormente.

v) Selección de la rejilla de trabajo.

w) Selección del zoom.

© Alfaomega - RC Libros

Figura 4.1. Barra de herramientas superior Pcbnew.

La barra de herramientas derecha (figura 4.2) proporciona acciones para diversas tareas de edición, que se describen a continuación:

a) "Cursor": interrumpe el comando en curso.

b) "Resaltar red": comando de resaltado de redes (*nets*), seleccionando un *net* se iluminan (o resaltan) las isletas (*pads*) interconectadas.

c) "Mostrar/ocultar líneas aéreas (Isleta o módulo)".

d) "Añadir módulo": con módulo se hace referencia a huella o *footprint*.

e) "Añadir pista o vía".

f) "Añadir zona": para realizar rellenos de cobre.

g) "Añadir línea o polígono gráfico": trazado de líneas en capas técnicas (como el contorno de la placa de circuito impreso).

h) "Añadir círculo": trazado de círculos en capas técnicas.

i) "Añadir arco": trazado de arcos en capas técnicas.

j) "Añadir texto": colocación de textos.

k) "Añadir cotas": incluye medidas.

l) "Mira de centrado": colocación de miras de centrado.

m) "Borrar el elemento": borrado del elemento señalado por el cursor. Si varios elementos superpuestos se señalan a la vez con el cursor,

© Alfaomega - RC Libros

se da prioridad al más pequeño (sigue el orden de prioridad decreciente: pista, texto, componente). La función "Deshacer borrado" (figura 4.3) permite anular las últimas órdenes de borrado.

n) "Ajusta el offset para el archivo de taladrado o posicionado".

Figura 4.2. Barra de herramientas derecha Pcbnew.

La barra de herramientas izquierda (figura 4.3) dispone de funciones de visualización:

a) "Desactivar/activar DRC".

b) "Mostrar/ocultar rejilla".

© Alfaomega - RC Libros

c) "Mostrar coordenadas polares": en las barras de estado y de mensajes.

d) "Unidades=pulgada": muestra las coordenadas en pulgadas.

e) "Unidades=mm": muestra las coordenadas en milímetros.

f) "Seleccionar forma cursor".

g) "Mostrar/ocultar líneas aéreas": las conexiones dinámicas del módulo que se está desplazando, son líneas amarillas que indican la interconexión de los componentes.

h) "Mostrar/ocultar líneas aéreas al desplazar".

i) "No permitir/permitir el borrado automático de pistas".

j) "Mostrar/ocultar zonas": muestra zonas de cobre, creadas con el comando "Añadir zona" (icono f de la figura 4.2).

k) "Mostrar/ocultar isleta en contorno": muestra isletas (*pads*) en modo contorno.

l) "Mostrar/ocultar pistas y vías en modo contorno".

m) "Visualización en alto contraste": en este modo, la capa activa se muestra normal, todas las demás capas se muestran en gris. Es útil para cuando se trabaja con circuitos multicapa.

n) "Mostrar/ocultar comandos especiales microondas": se muestra la barra de herramientas para aplicaciones de microondas.

© Alfaomega - RC Libros

Figura 4.3. Barra de herramientas izquierda Pcbnew.

4.3. PANTALLA DE NETLIST: CVPCB

El *netlist* es un fichero de texto que sirve de unión entre la herramienta de edición de esquemas (*Eeschema*) y la de creación de placas de circuito impreso (*Pcbnew*). En *Kicad* se crea el fichero desde *Eeschema* pero después se utiliza la herramienta *CvPcb* para incluir las relaciones entre los componentes y sus módulos; es decir, en *Eeschema* se incluyen las conexiones entre los pines de los componentes y en *CvPcb* se incluye el módulo que le corresponde a cada componente.

Como ayuda se muestran en la figura 4.4 los iconos y, a continuación, se muestran sus funciones:

© Alfaomega - RC Libros

a) "Abrir Netlist": carga el fichero *.*net* con el listado de componentes.

b) "Guardar Netlist y lista de componentes": crea el fichero *.*cmp* (lista de asociaciones) y el fichero *.*net.*

c) "Configuración": abre el menú de configuración de *Cvpcb*.

d) "Mostrar/ocultar elemento seleccionado".

e) "Asociación automática": realiza la asociación componentes/módulos a partir de ficheros de equivalencia.

f) "Seleccionar componente libre anterior".

g) "Seleccionar siguiente componente libre".

h) "Borrar todas las asociaciones".

i) "Crear archivo de correspondencia": genera un fichero de anotación de los módulos, las correspondencias entre componente utilizado en el editor de esquemas y su módulo.

j) "Visualización/impresión de la documentación de los módulos".

Figura 4.4. Barra de herramientas Cvpcb.

4.4. CREAR PLACA DE CIRCUITO IMPRESO DESDE ESQUEMA

4.4.1. Introducción

En el apartado 3.3 ya se mostraba información sobre el circuito para realizar el esquema. Ahora para realizar la placa de circuito impreso, conviene conocer con más detalle el circuito integrado que se utiliza en el diseño.

 © Alfaomega - RC Libros

Así pues, hay que verificar la asignación de pines del integrado, el tamaño, el tipo de encapsulado y las nociones sobre su diseño (determinar el tamaño de las pistas). En este caso conviene conocer el integrado *LM386*.

El *LM386* es un amplificador de audio de baja potencia, que puede proporcionar una potencia máxima de 325 milivatios (mW) a un altavoz de 8 ohmios (Ω), aunque se puede aumentar la potencia mediante el circuito externo.

Está presentado en un integrado de 8 patillas de tipo *DIL* (figura 4.6). En la figura 4.5, se puede ver la numeración de los pines, la cual es similar a la de un amplificador operacional. Este circuito integrado puede ser alimentado por una tensión comprendida entre 2 y 15 voltios, y su consumo de corriente es de 4 miliamperios (mA) ante ausencia de señal, por lo que es muy aceptable para equipos portátiles alimentados por pilas.

La ganancia del circuito puede variar de 20 a 200, interconectando un condensador entre los pines 1 y 8, correspondiendo un condensador de 10 microfaradios (μF) para 200 de ganancia, manteniéndose una ganancia de 20 cuando no se conecta nada entre los pines 1 y 8. También se puede modificar el valor de ganancia conectando una resistencia interna entre los pines 1 y 5. Conectando un condensador en serie con dicha resistencia se puede obtener una mejor respuesta a los tonos bajos (útil para cuando se utilicen altavoces de baja calidad).

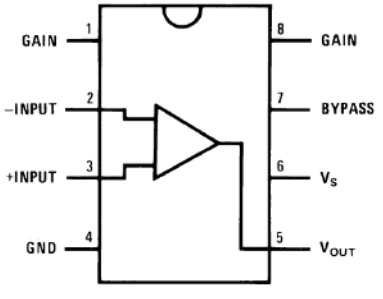


Figura 4.5. Patillaje LM386.

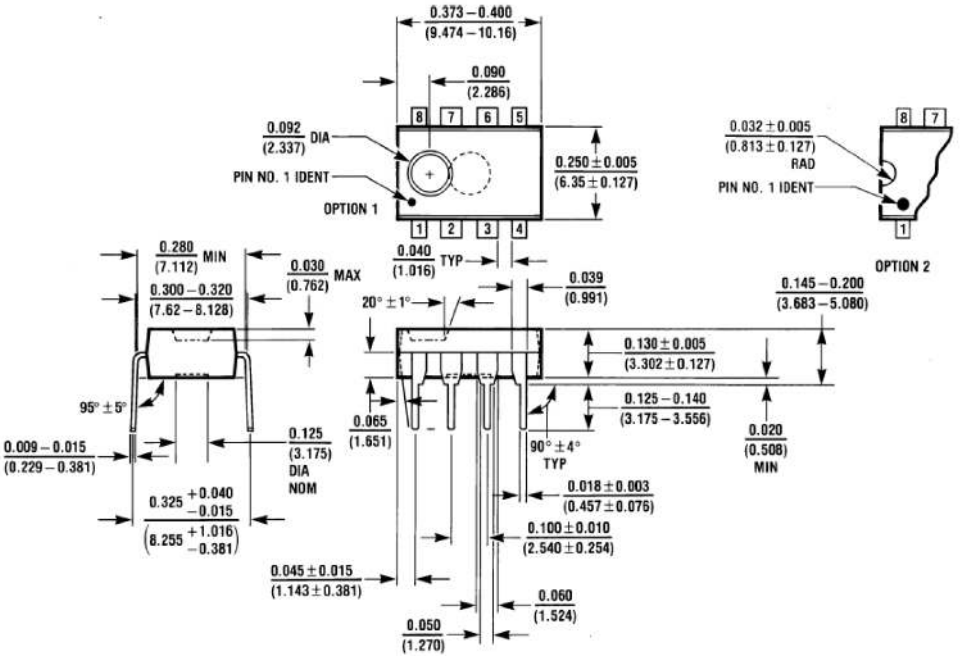


Figura 4.6. Encapsulado LM386.

Si quiere buscar más información sobre este integrado, puede consultar las hojas de características que se encuentran en la página web del fabricante: http://www.national.com/mpf/LM/LM386.html.

El circuito diseñado es el que se mostró en la figura 3.11. El cual se ha diseñado para trabajar con una alimentación de 6 a 12 voltios, consiguiendo una potencia de 1 vatio para una alimentación de 12 voltios, con un altavoz de 8Ω.

4.4.2. Crear netlist

Un fichero de *netlist* sirve de unión para crear la placa de circuito impreso a partir de la representación del esquema.

Para generar dicho fichero, hay que hacer clic sobre el icono "Generar netlist" (figura icono t de la figura 3.1), entonces se mostrará una ventana con

© Alfaomega - RC Libros

diversos menús (figura 4.7), que indican para qué se desea crear el fichero: *Pcbnew*, *OrcadPCB2* o *CadStar*.

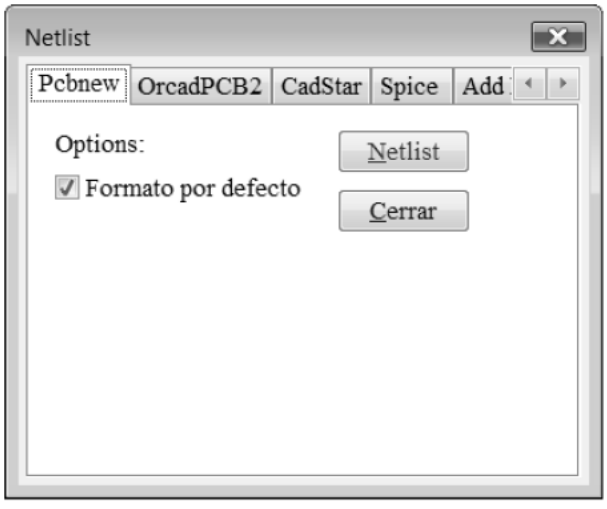


Figura 4.7. Ventana de crear Netlist.

Se selecciona en el menú *Pcbnew* (por defecto, se mostrará como opción principal) y haciendo clic sobre el botón n*etlist* se generará el fichero. El fichero por defecto será del mismo nombre que tiene el proyecto pero cambiando la extensión por **.net*. Debemos fijarnos en que no haya componentes repetidos o mal numerados, ya que no muestra ningún error, y después al ser cargado el fichero con la herramienta *Pcbnew* dará errores.

Con este fichero, se indican los componentes y cómo se conectan pero también hay que indicarle qué módulo se utiliza para cada componente. Para ello, se utiliza la herramienta *Cvpcb*, que se puede acceder haciendo clic en el icono que se encuentra en el editor de proyectos (figura 2.8), o haciendo clic en "Abrir Cvpcb" desde *Eeschema* (icono m de la figura 3.1).

A continuación, se mostrará una nueva ventana (figura 4.8) en la que se indica una lista de los componentes, y en donde se permite ir asociando los módulos a cada componente por separado. Para ello hay que seleccionar el componente (haciendo clic sobre su nombre) y se selecciona un módulo de la

© Alfaomega - RC Libros

lista de la derecha, se asocia realizando doble clic sobre el nombre del módulo (*1pin*, *2PIN_6mm*, etc.).

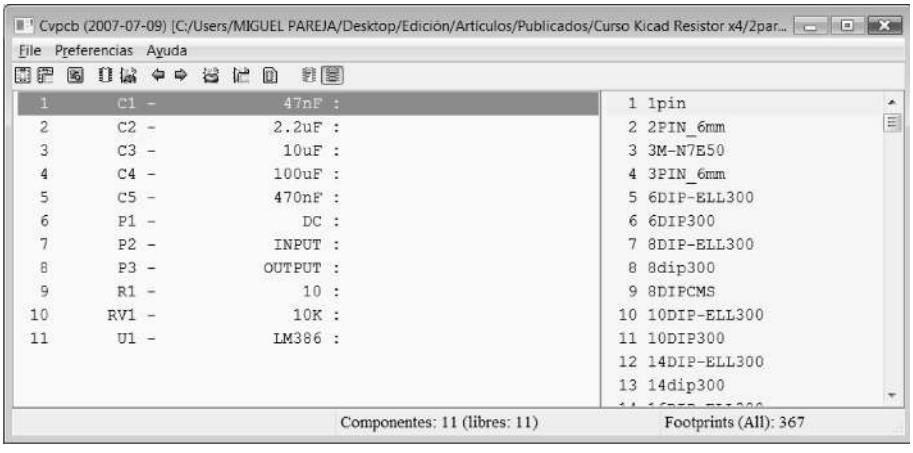


Figura 4.8. Ventana CvPcb.

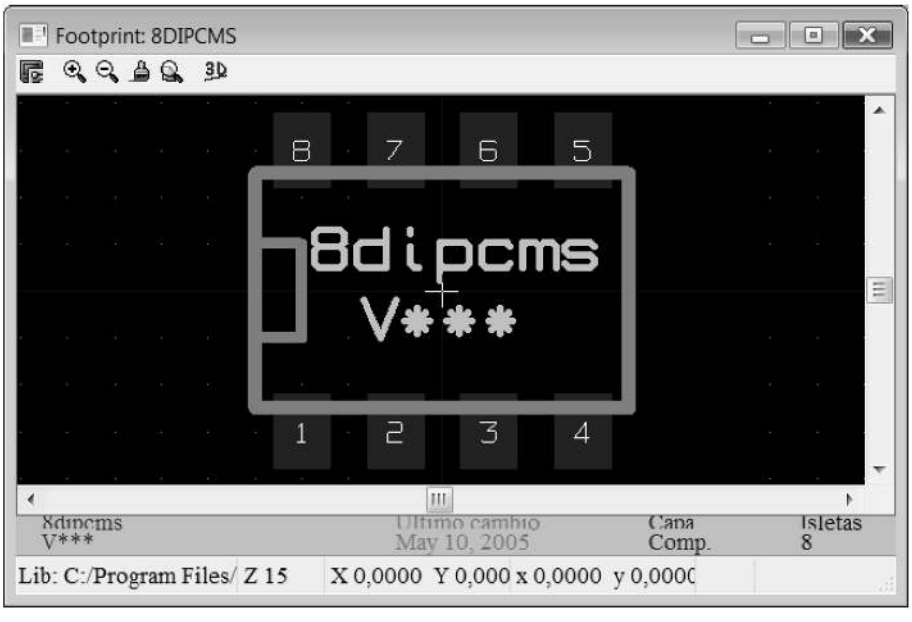


Figura 4.9. Ventana de visualización de módulos.

© Alfaomega - RC Libros

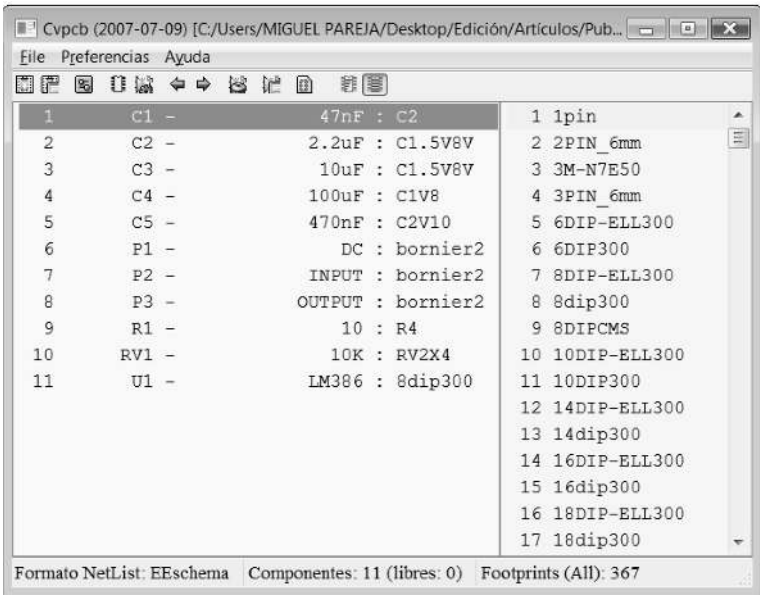


Figura 4.10. Pantalla edición de netlist.

Para seleccionar un módulo, resulta útil hacer clic en "Mostrar elemento seleccionado" (icono d de la figura 4.4), por ejemplo en la figura 4.9 se muestra el módulo del componente *8DIPCMS*.

La ventana de visualización permite ver el tamaño del componente, la distancia entre isletas, el tipo de isletas y la serigrafía del módulo. Para ello, hay que ir desplazando el cursor del ratón por la ventana y en la parte inferior de la ventana se muestran las coordenadas x e y, de esta forma se puede hacer una idea del tamaño del módulo.

Las coordenadas que se muestran utilizan pulgadas, así que se puede utilizar la siguiente ecuación para la conversión a milímetros:

$$[milímetros] = 25{,}4 \cdot [pu\lg adas]$$

Una vez realizadas todas las asociaciones, hay que guardarlas en el fichero de *netlist* (*Amplificador_Radioreceptor.net*), para ello hay que hacer clic en "Guardar Netlist y lista de componentes" (icono b de la figura 4.4),

nuevamente pedirá el nombre del fichero (es aconsejable guardar en el mismo fichero de *Netlist Amplificador_Radioreceptor.net*).

En la figura 4.10, se muestra el resultado después de realizar todas las asociaciones de los componentes.

4.4.3. Diseño de la placa de circuito impreso

Una vez creado el esquema (*Eeschema*) y configurado el *netlist* (*CvPcb*) se va a proceder a crear la placa de circuito impreso o *PCB*; para ello, hay que acceder al editor de placas de circuito impreso (*Pcbnew*), se lográ haciendo clic en el icono que se encuentra en el editor de proyectos, o haciendo clic en "Abrir Pcbnew" desde *Eeschema* (icono n de la figura 3.1).

Al igual que sucedía en *Eeschema*, la primera vez que se ejecute *Pcbnew* en un proyecto mostrará un mensaje de que no encuentra el fichero, paso lógico ya que se trata de un proyecto nuevo (figura 4.11).

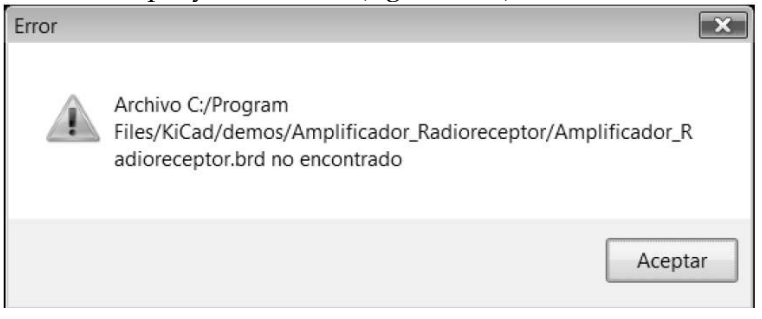


Figura 4.11. Mensaje de advertencia.

Ahora deberá cargar el *netlist* creado en el apartado 4.4.3; para ello, hacer clic en "Leer netlist" (icono o de la figura 4.1), la ventana de lectura de *netlist* es la que se muestra en la figura 4.12.

Después, hacer clic en "Seleccionar" y en la ventana emergente hay que seleccionar el *netlist* creado (fichero *Amplificador_Radioreceptor.net*); a continuación, hacer clic en el botón "Leer", entonces cargará toda la información de los componentes a utilizar, pero aparecerán superpuestos en la misma posición.

© Alfaomega - RC Libros

Figura 4.12. Ventana de lectura de netlist.

El siguiente paso es colocar los componentes de forma ordenada; para ello, hay que ir haciendo clic con el botón derecho del ratón y seleccionar "Mover módulo", así se desplazará cada módulo de forma independiente; es decir, hay que separarlos porque se muestran todos superpuestos.

Es útil indicar los límites de la placa de circuito impreso (o borde) y ajustarse al tamaño prefijado para el diseño de la placa, para ello hay que seleccionar "PCB contorno" del menú de selección de contornos (icono q de la figura 4.1), y a continuación hacer clic en "Añadir línea o polígono gráfico" (icono g de la figura 4.2).

© Alfaomega - RC Libros

Por ejemplo, el tamaño elegido para la placa de es de 30,5 x 52 mm.

Hay que comentar que para aumentar el grosor de la línea del contorno de la placa de circuito impreso, hay que hacer clic en "Dimensiones / Textos y dibujos" del menú principal. Entonces aparecerá una nueva ventana con varios cuadros de texto, para modificar el ancho de la línea hay que modificar el cuadro de texto denominado "Board Edges width".

Dependiendo de si está seleccionada la medida en milímetros (icono e de la figura 4.3) o pulgadas (icono d de la figura 4.3).

En la figura 4.13 se muestra un posible resultado de colocación de los módulos entres los límites de la placa de circuito impreso.

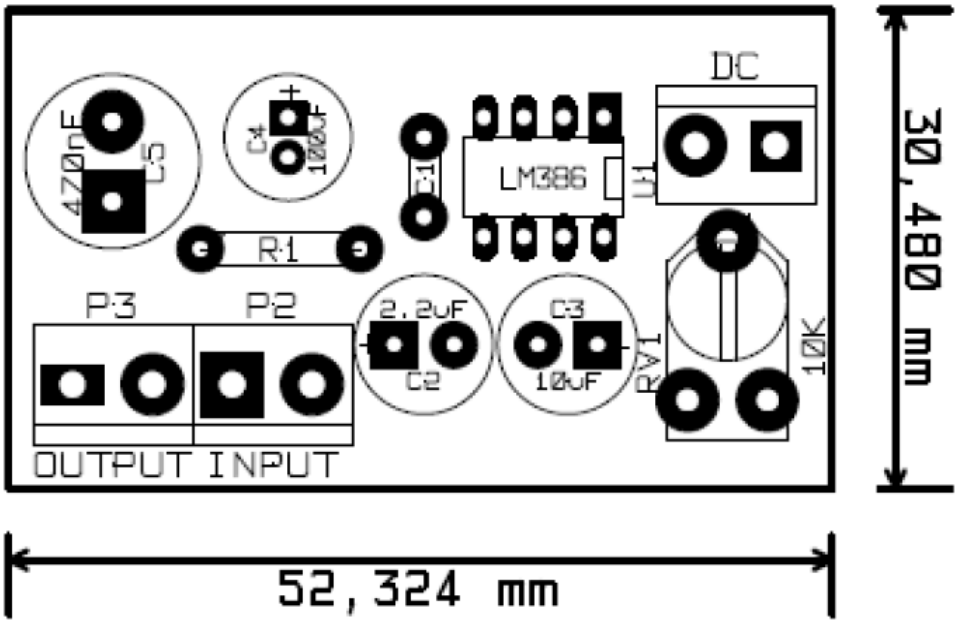


Figura 4.13. Colocación de módulos entre los límites.

En la figura 4.13 se han incluido cotas para definir el diseño, esto puede ser útil para poder añadir a posteriores documentaciones. Para ello, hay que hacer clic en "Añadir Cotas" (icono k de la figura 4.2); a continuación, se hace clic en

© Alfaomega - RC Libros

un extremo, y se desplaza hasta el otro extremo, por último se finaliza pulsando el botón izquierdo.

Para que se muestren las conexiones a realizar en función del esquema realizado, hay que hacer clic en "Mostrar líneas aéreas" (icono g de la figura 4.3), se mostrarán unas líneas que indican las conexiones que se deben realizar, después cuando se vayan realizando las conexiones mediante pistas, las líneas irán desapareciendo.

El siguiente paso es realizar las uniones entre componentes mediante las pistas, para ello hay que hacer clic en "Añadir pista o vía" (icono e de la figura 4.2). El lector verá que conforme van realizando las conexiones mediante las pistas, irán desapareciendo las líneas finas de color amarillo.

El proceso de conexión es el siguiente: primero, hay que hacer clic sobre una de las isletas (*pads*) del módulo (*footprint*); segundo, hay que seguir el camino de una isleta a otra; tercero, se hace clic sobre la isleta del módulo de destino; cuarto y último, se pulsa el botón izquierdo del ratón. Si se desea finalizar antes la pista, hay que pulsar el botón derecho del ratón y seleccionar "Terminar pista".

En el caso de haber iniciado el proceso y no querer realizar dicha conexión, hay que pulsar el botón derecho del ratón y seleccionar "Cancelar". Para finalizar el proceso de interconexión de componentes se puede hacer clic sobre cualquier acción de la barra de herramientas izquierda (figura 4.2), también se puede pulsar el botón derecho del ratón y seleccionar "Fin Herramienta".

En la figura 4.14, se muestra un posible resultado del circuito diseñado, el fichero generado se denomina *Amplificador_Radioreceptor.brd*. En donde:

- Se ha modificado el tamaño de las pistas utilizando un tamaño de 1,5 mm para todo el diseño (en otros diseños será necesario que haya pistas de diferentes tamaños), el proceso de cambio de tamaño de pistas se muestra en el apartado 4.6.

- Se ha aumentado el tamaño de las isletas, el proceso de cambio de tamaño de isletas se muestra en el apartado siguiente.

© Alfaomega - RC Libros

- En el circuito integrado, para facilitar la soldadura, se ha sustituido el tipo de isleta de "Circular" a "Oval", el proceso de cambio de tipo de isletas se muestra en el apartado siguiente.

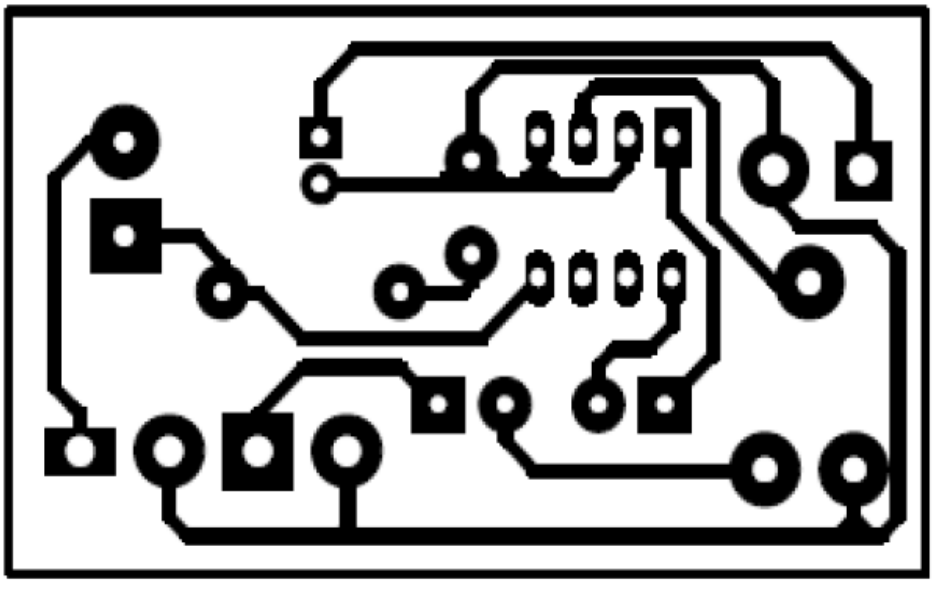


Figura 4.14. Diseño de la placa de circuito impreso Pcbnew.

4.5. TAMAÑO Y TIPO DE ISLETAS

4.5.1. Modificar de forma individual

Todos los módulos disponen de un tamaño por defecto de las isletas, pero dicho tamaño no se ajusta en la mayoría de las ocasiones al diseño, porque suele ser de menor tamaño. Para modificar isletas de forma individual, hay que situar el cursor sobre la isleta a modificar y pulsar el botón derecho del ratón seleccionando "Pad n" (en donde *n* corresponde al número de la isleta en referencia al módulo), del menú emergente se selecciona "Editar Isleta" y aparecerá la ventana de propiedades de isletas (figura 4.15).

 © Alfaomega - RC Libros

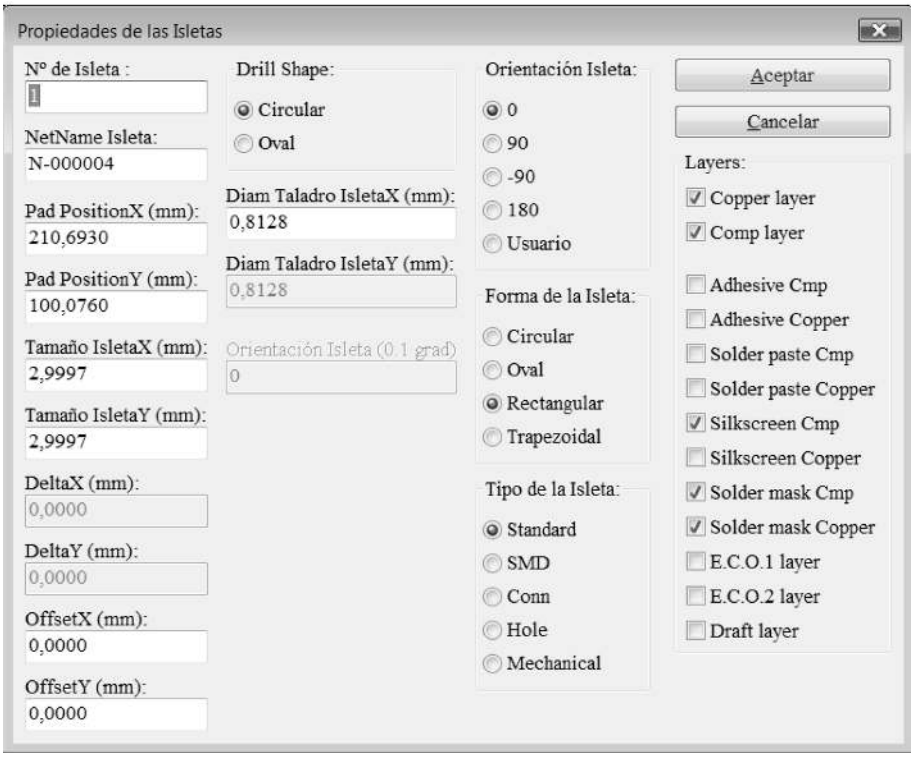


Figura 4.15. Ventana de propiedades de isletas.

Las principales modificaciones a realizar son:

- Tipo de la isleta: en "Forma de Isleta". En donde se pueden seleccionar las formas: "Circular", "Oval", "Rectangular" y "Trapezoidal", siendo el más utilizado el "Circular" en general, y el "Rectangular" para definir a la isleta número 1 (sobre todo, circuitos integrados), el "Oval" en circuitos integrados para aumentar la zona de soldadura puesto que si se aumenta en "Circular", puede haber mucha aproximación entre isletas. Después en "Tipo de Isleta" se puede seleccionar para elegir el tipo de pines que han de utilizarse, principalmente se elige entre "Standard" y "SMD".

- Definir tamaño de la isleta: en los cuadros de texto "Tamaño Isleta X(mm)" y "Tamaño Isleta Y(mm)" se definen los diámetros cuando

se selecciona la forma “Oval” o “Rectangular”; si se selecciona la forma “Circular” solo estará disponible “Tamaño Isleta X(mm)” que define el diámetro de la isleta.

- Forma del taladro: en “Drill Shape”. Se pueden seleccionar las formas “Circular” y “Oval”, siendo la más utilizada “Circular”.

- Tamaño de taladro: en los cuadros de texto “Diam Tamaño Isleta X(mm)” y “Diam Tamaño Isleta Y(mm)” se definen los diámetros cuando se selecciona la forma “Oval”; si se selecciona la forma “Circular”, solo estará disponible “Diam Tamaño Isleta X(mm)” que define el diámetro de la isleta.

- Capas: en “Layers”. Se muestran las capas disponibles y seleccionándolas se indican las capas en donde estará disponible la isleta.

Los diámetros de los taladros se pueden indicar en milímetros o pulgadas; por ejemplo, “Taladro Isleta(mm)”, las medidas comentadas han sido en milímetros, pero también pueden estar en pulgadas, se ve en la figura 4.15 como “Taladro Isleta (“)”.

4.5.2. Copiar características entre isletas

Una vez modificadas las características de una isleta, se pueden disponer de las mismas características para otras isletas, para ello:

1) Colocar el cursor sobre la isleta que disponga de las características.

2) Pulsar el botón derecho del ratón, seleccionar “Pad n” (en donde *n* corresponde al número de la isleta en referencia al módulo) y en el menú emergente se selecciona “Exportar Caract. Isletas”.

3) Colocar el cursor sobre la isleta de la que se quiera modificar las características.

 © Alfaomega - RC Libros

4) Pulsar el botón derecho del ratón, seleccionar "Pad n" (en donde *n* corresponde al número de la isleta en referencia al módulo) y en el menú emergente se selecciona "Nuevas Caract. Isletas".

Este proceso se puede repetir tantas veces como sea necesario.

4.5.3. Edición global de isletas

Para modificar más isletas a la vez, se utiliza la opción de edición global de isletas, para ello hay que situar el cursor sobre la isleta a modificar y pulsar el botón derecho del ratón seleccionando "Pad n" (en donde *n* corresponde al número de la isleta en referencia al módulo), del menú emergente se selecciona "Editar Isleta" y aparecerá la ventana de propiedades de la edición global (figura 4.16).

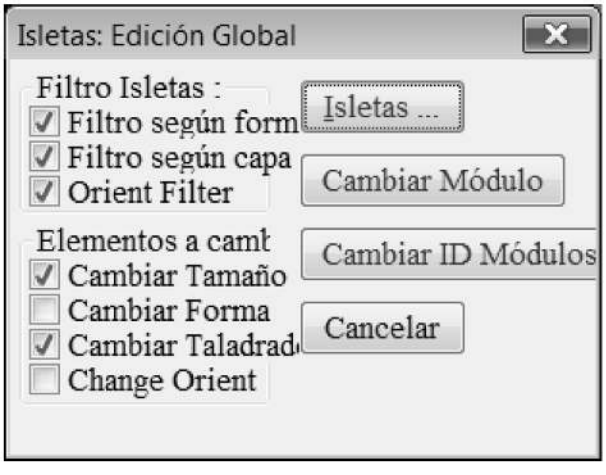


Figura 4.16. Ventana de edición global de isletas.

Desde la ventana de edición global de isletas (figura 4.16) se permite modificar las isletas de todo un módulo (pulsando el botón "Cambiar Módulo") o de todas las isletas de todos los módulos iguales que se utilizan en el diseño (pulsando el botón "Cambiar ID Módulos"). Por ejemplo, para el módulo *bornier2* (del ejemplo visto en el apartado 4.4.2) si se desea que se actualice en todos los módulos, se seleccionará "Cambiar ID Módulos". Si se

desea que solo se vean modificadas las isletas de un módulo concreto, se seleccionará "Cambiar Módulos", en este caso la isleta sobre la que se situará el cursor debe pertenecer al módulo del cual se deseen modificar todas las isletas.

Las propiedades comunes a introducir se realizan pulsando el botón "Isletas…", entonces se mostrará una ventana igual a la utilizada para la edición individual (figura 4.15 y la configuración se describió en el apartado 4.5.2).

Desde "Elementos a cambiar" se selecciona lo que se desea cambiar: tamaño ("Cambiar Tamaño"), forma ("Cambiar Forma"), taladro ("Cambiar Taladro") u orientación ("Change Orient"). Por ejemplo, si lo único que se deseará cambiar es que pasen de circular a oval, se seleccionaría "Cambiar Forma" dejando el resto de opciones sin seleccionar, aunque se modifiquen otras características (como, por ejemplo, tamaño del taladro), estas no se verán reflejadas.

Desde "Filtro Isletas" se seleccionan condiciones que sirven para no tener que modificar isletas de forma individual cuando no se tengan que modificar todas las isletas del módulo. Las condiciones disponibles son: por forma ("Filtro según Forma"), por capa ("Filtro según Capa") o por orientación ("Orient Filter"). Por ejemplo, si se utilizan circuitos integrados y se desea cambiar el tipo de isletas excepto la número 1 (puesto que se usa otra forma para su identificación y evitar una mala conexión en el posterior proceso de montaje), entonces se seleccionaría "Filtro según Forma" y cambiaría todas las isletas que sean iguales a la isleta seleccionada para acceder a la ventana de edición global.

4.6. EDICIÓN DE PISTAS

4.6.1. Introducción

Las uniones entre componentes se realizan mediante las pistas, para ello hay que hacer clic en "Añadir pista o vía" (icono e de la figura 4.2), pero también se debe conocer cómo se cambia el tamaño de la pista, cómo se

 © Alfaomega - RC Libros

selecciona y también se debe conocer la forma de incluir vías y cómo modificar su tamaño (tal y como se mostrará en los apartados siguientes).

Figura 4.17. Ventana de edición de tamaño de vías y pistas.

4.6.2. Editar tamaño de pistas y rejilla

Una vez ejecutado *Pcbnew* al acceder al menú: "Dimensiones / Pistas y vías ...", se accede a la ventana de edición de tamaño de vías y pistas (figura 4.17). Entonces modificando el cuadro de texto "Ancho de pista (mm):", se incluirán tamaños de pistas a utilizar en el diseño.

Hay que decir que al indicar el ancho de pista, "Ancho de pista (mm)", las medidas comentadas han sido en milímetros, pero también pueden estar en pulgadas.

Del mismo modo se puede cambiar el tamaño de la rejilla, con unos valores ajustados al diseño, para ello se accede al menú: "Dimensiones/ Rejilla usuario …", en donde se permite modificar un valor específico denominado como "Rejilla de Usuario". Tanto este tamaño como el resto de valores de tamaño de

rejilla se encuentran disponibles en "Selección de la rejilla de trabajo" (icono u de la figura 4.3).

Un cambio de rejilla puede afectar a la hora de desplazar módulos, añadir módulos, incluir texto u obstáculos, puesto que el valor de rejilla repercute sobre dichas tareas. Por ejemplo, con una rejilla de 0,5 mm se puede colocar una isleta en las posiciones: 0, 0,5, 1, 1,5, etc., pero si después se cambia a una rejilla de 1 mm la isleta solo se puede colocar en las posiciones: 0, 1, 2, etc. Entonces si en la primera opción se sitúa en 0,5 mm, al cambiar a la siguiente rejilla de 1 mm la isleta podrá no estar accesible.

4.6.3. Tamaños de pista disponibles

En el apartado anterior se indicó cómo se incluyen nuevos tamaños de pistas para ser utilizados en un mismo diseño, pero en ocasiones conviene ir cambiando el tamaño de pistas; es decir, una placa de circuito impreso tiene diversos tamaños de pistas.

Entonces si se han añadido nuevos tamaños de pistas estos se seleccionan desde el menú de selección de pistas (icono t de la figura 4.1).

Por ejemplo, en la figura 4.18 se muestra una lista de 4 tamaños de pista disponibles en el menú desplegable de selección de pistas (icono t de la figura 4.1).

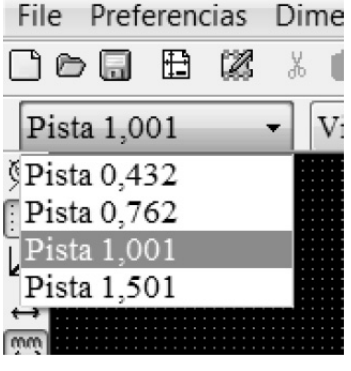


Figura 4.18. Menú selección de pistas.

© Alfaomega - RC Libros

4.6.4. Modificar tamaño de pista

Si se desean realizar las pistas de un tamaño determinado, se selecciona el tamaño desde el menú de selección de pistas (figura 4.18, icono t de la figura 4.1) y, a continuación, se añaden las pistas necesarias haciendo clic en "Añadir pista o vía" (icono e de la figura 4.2).

Por el contrario si se desea que el tamaño de pistas vaya cambiando, hay que trazar la pista de un tamaño determinado y luego se modifican las partes (o segmentos) del trazo de la pista, o si una vez trazada la pista y se desee cambiar, o cambiar el tamaño de todas las pistas. Para ello, hay que situar el cursor sobre alguna pista (si se desea cambiar el tamaño de todas las pistas) o sobre una pista concreta (si se desea modificar un trazo de pista) o sobre un segmento concreto (si se desea cambiar solo un segmento del trazo de pista), y pulsando el botón derecho del ratón seleccionando "Cambio de anchura", en el menú emergente se dispone de las siguientes opciones:

- "Editar Segmento": solo cambia un segmento del trazado de pista, en la figura 4.19 se muestra un ejemplo en el que se reduce un segmento del trazado para cruzar entre dos isletas.

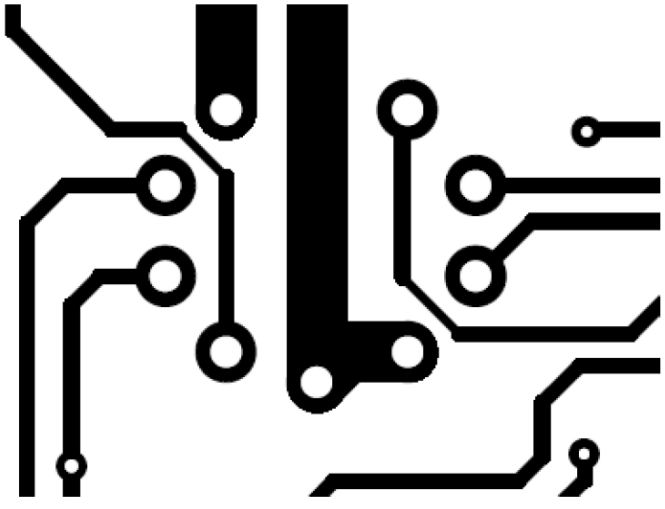


Figura 4.19. Cambio de tamaño de segmento en trazado de pista.

© Alfaomega - RC Libros

- "Editar Pista": solo cambia una pista seleccionada que va desde una isleta de un componente a otro, en la figura 4.20 se muestra un ejemplo en el que se aumenta el tamaño de una pista.

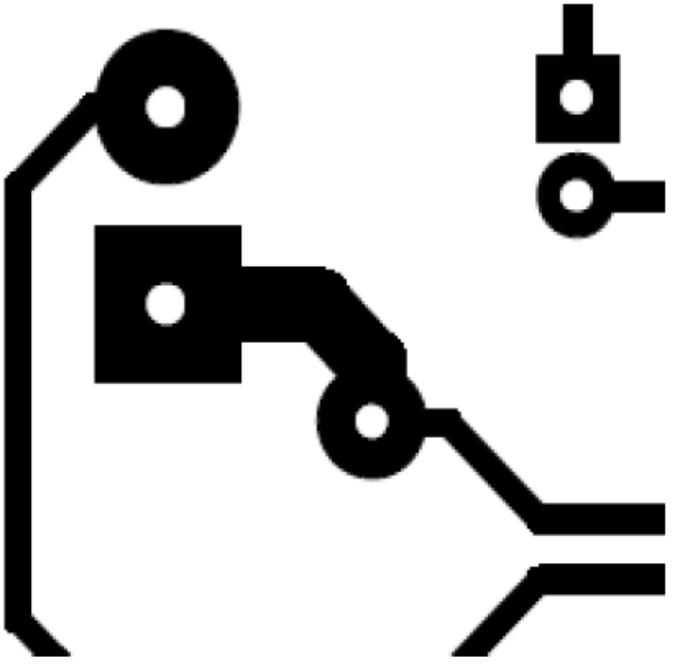


Figura 4.20. Cambio de tamaño de pista.

- "Editar Net": cambia las pistas pertenecientes a un nodo del circuito.

- "Editar TODAS las Pistas y Vías": cambia el tamaño de todas las pistas y vías de la placa de circuito impreso.

- "Editar TODAS las Vías (las Pistas NO)": cambia el tamaño de todas las vías de la placa de circuito impreso.

- "Editar TODAS las Pistas (las Vías NO)": cambia el tamaño de todas las pistas de la placa de circuito impreso.

© Alfaomega - RC Libros

4.6.5. Incluir vías

Cuando se está realizando el trazado de una pista, en ocasiones conviene incluir una vía para comunicar una capa con otra. Unas veces porque se está realizando el diseño a dos capas (tiene cobre por dos caras, en *Pcbnew* se trata de capa de componentes –*Comp.*– y capa de cobre –icono q de la figura 4.1–), o porque se realizan pequeños segmentos para facilitar el diseño (lo que se traduce en la implementación como la colocación de algún puente de cobre).

Para colocar la vía, mientras se está trazando la pista, se incluyen las vías pulsando el botón derecho del ratón y seleccionando "Colocar Vía", entonces se conectará una vía y cambiará el color de la línea de trazado de la pista (ya que simboliza que cambia de capa de cobre –color verde– a capa de componentes –color rojo–), ahora cuando se considere oportuno se puede volver a colocar otra vía realizando el mismo proceso y cambiando de nuevo el color de la línea de trazado de la pista (ya que simboliza que cambia de capa de componentes –color rojo– a capa de cobre -color verde-).

Si se desea modificar el tamaño de las pistas, se realiza desde la ventana de edición de tamaño de vías (figura 4.17), y se accede a ella desde el menú "Dimensiones / Pistas y Vías…". Se pueden modificar diferentes tamaños de vías que se incluirán al menú de tamaños de vías (icono u de la figura 4.1); por ejemplo, en la figura 4.21 se muestra el menú de selección con 4 opciones posibles de selección.

Figura 4.21. Menú selección de vías.

Para modificar las vías ya realizadas, se pulsa el botón derecho del ratón seleccionando "Cambio de anchura", en el menú emergente se dispone de las siguientes opciones para modificar las vías:

- "Editar TODAS las Pistas y Vías": cambia el tamaño de todas las pistas y vías de la placa de circuito impreso.
- "Editar TODAS las Vías (las Pistas NO)": cambia el tamaño de todas las vías de la placa de circuito impreso.

4.7. AÑADIR TEXTO

Para introducir el texto, hay que hacer clic en "Añadir Texto" (icono j de la figura 4.2), entonces se mostrará la ventana de propiedades de texto (figura 4.22).

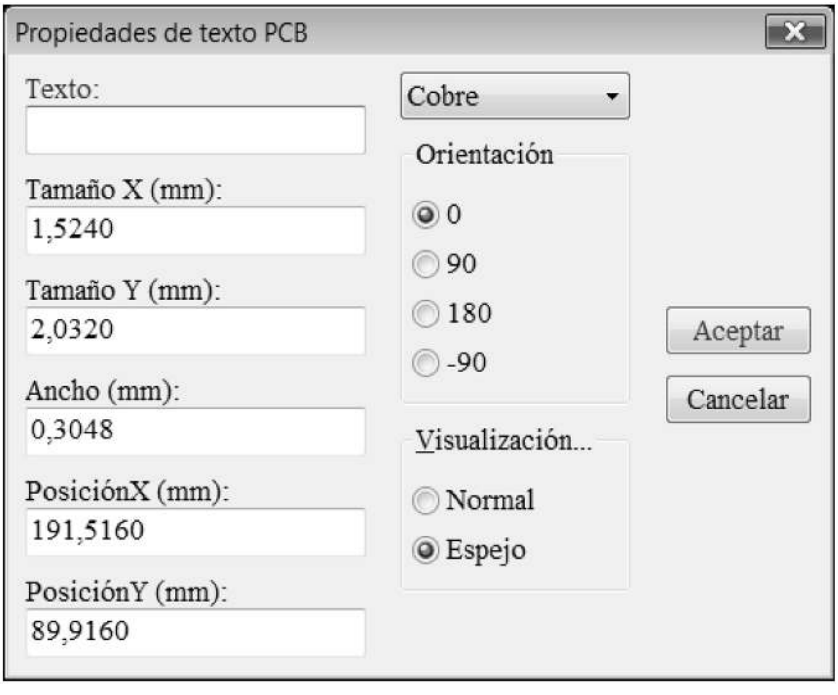


Figura 4.22. Ventana de propiedades de texto.

© Alfaomega - RC Libros

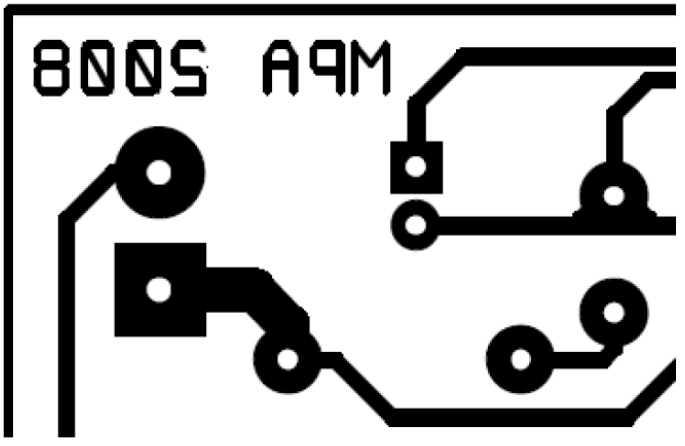


Figura 4.23. Texto para la capa de cobre.

En el cuadro de texto "Texto" se escribe el texto que se desee introducir (figura 4.22). Si se desea que ese texto esté incluido en la cara de pistas (denominada "Cobre" y se representa en color verde al igual que las pistas) tiene que estar activa la casilla "Espejo" de "Visualización", para después en el proceso de creación de la placa de circuito impreso, el texto se lea correctamente. En la figura 4.23 se muestra un ejemplo de texto introducido "MPA 2008" en espejo.

Obsérvese que es típico incluir alguna referencia al nombre del autor o directamente el nombre o algún apellido (por ejemplo, "MPA" en la figura 4.22), también se incluyen la referencia a la fecha de creación (por ejemplo, "2008" en la figura 4.22). También se pueden incluir códigos de referencia para su identificación posterior durante tareas de mantenimiento o reparación.

4.8. AUTORUTADO

Para activar el modo de autorutado, hay que hacer clic en "Modo pistas y autorutado" (icono r de la figura 4.1).

En el proceso de autorutado hay que seleccionar el tamaño de la pista desde el menú de selección de pistas; a continuación, hay que pulsar el botón

derecho del ratón sobre la ventana de edición, se selecciona "Autorutado Global" y en el menú emergente hay que seleccionar "Autorutado de Todos los módulos". A continuación, se iniciará el proceso, se mostrarán de color verde las pistas que pertenecen a la capa inferior (la de cobre) y de color rojo las pistas que pertenecen a la capa superior (la de componentes).

El proceso de autorutado se puede realizar con una o dos capas, para seleccionar las capas disponibles para el autorutado hay que pulsar el botón derecho del ratón sobre la ventana de edición, se selecciona "Autorutado Global" y en el menú emergente hay que seleccionar "Seleccionar par de capas" (figura 4.24).

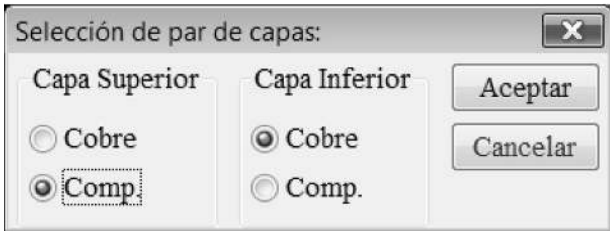


Figura 4.24. Ventana de selección de capas.

Por defecto, están seleccionadas las capas "Cobre" como "Capa Inferior" y "Comp" (componentes) como "Capa Superior". Si se desea que solo se realice en una capa (por ejemplo, la de cobre), hay que seleccionar que las dos capas sean iguales (la "Capa Superior" y "Capa Inferior" como "Cobre"), entonces realizará el auotoruteado solo en la capa de cobre.

4.9. RELLENO DE ZONAS

Es útil rellenar el hueco de la placa de circuito impreso con cobre, de tal forma que ayuda a la implementación porque se tiene que eliminar menos cobre en el proceso de atacado (eliminar el cobre innecesario), o por cuestiones de interferencias.

© Alfaomega - RC Libros

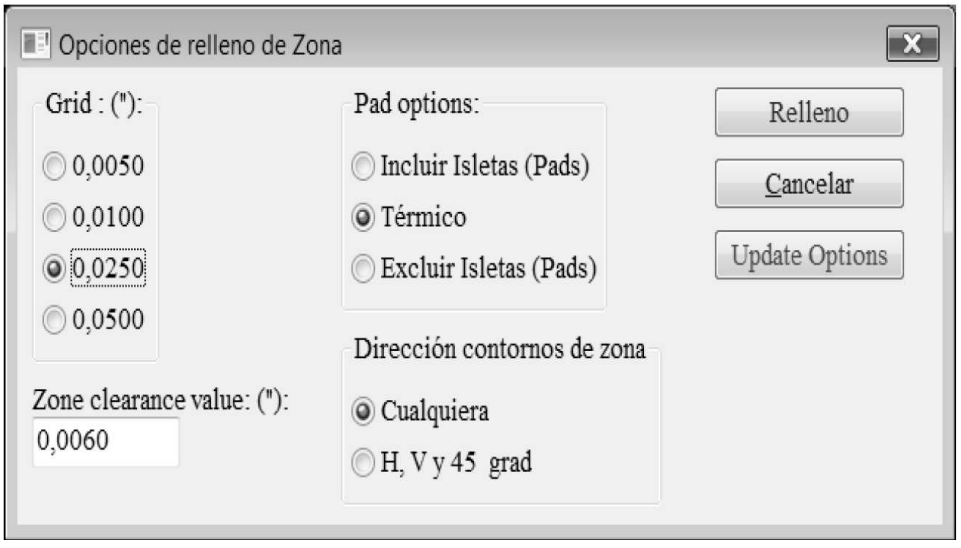


Figura 4.25. Ventana de configuración de relleno de zona.

Para ello, hay que hacer clic en "Añadir zona" (icono f de la figura 4.1), después hay que pulsar el botón derecho del ratón dentro de los límites de la placa de circuito impreso y seleccionar "Llenar Zona" del menú emergente. Cuando se realiza esta acción surgirá una nueva ventana (figura 4.25) para introducir las opciones del llenado de zonas, en "Zone Clearance value (mm)" se introduce la distancia entre las pistas con el llenado de cobre; en "Pad options" se selecciona "Excluir Isletas (Pads)" para que no se incluyan los *pads* dentro de la zona de cobre; en "grid" se indica el tamaño de la rejilla a utilizar para el llenado, y en la "Dirección contorno de Zona" se indica cualquiera. A continuación, si se pulsa el botón "Relleno", incluirá una zona de cobre partiendo del punto en donde estaba situado el ratón dentro del límite de la placa.

A modo de ejemplo se muestra en la figura 4.26 el resultado de incluir zonas de relleno en el diseño del circuito visto en el apartado 4.4 (*Amplificador_Radioreceptor.brd*).

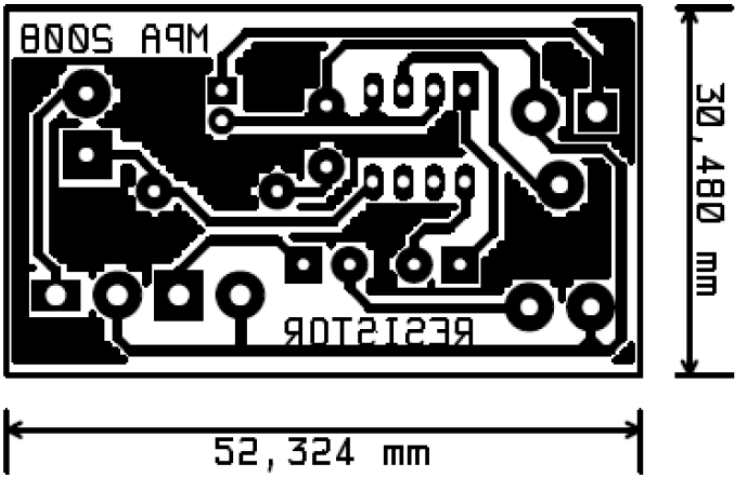


Figura 4.26. Resultado de la placa de circuito impreso.

4.10. INCLUIR TALADROS

Taladro es el lugar donde irán situados los tornillos de sujeción de la placa de circuito impreso. Normalmente están en los extremos, pero se puede modificar en función del diseño.

La idea es sencilla, como no se dispone de su símbolo en el circuito electrónico, entonces no aparecerá a la hora de generar el *netlist* y tampoco aparecerá al ser incluidos los módulos en *Pcbnew*. En consecuencia se deben incluir directamente sobre el diseño creado.

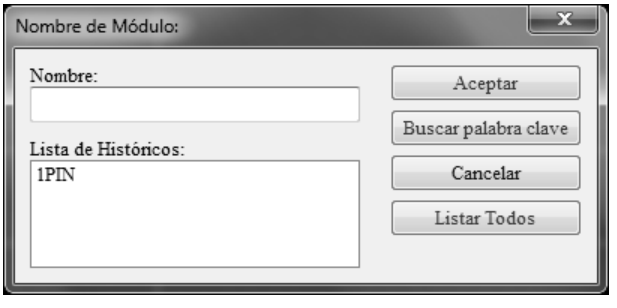


Figura 4.27. Ventana para incluir nuevos módulos.

© Alfaomega - RC Libros

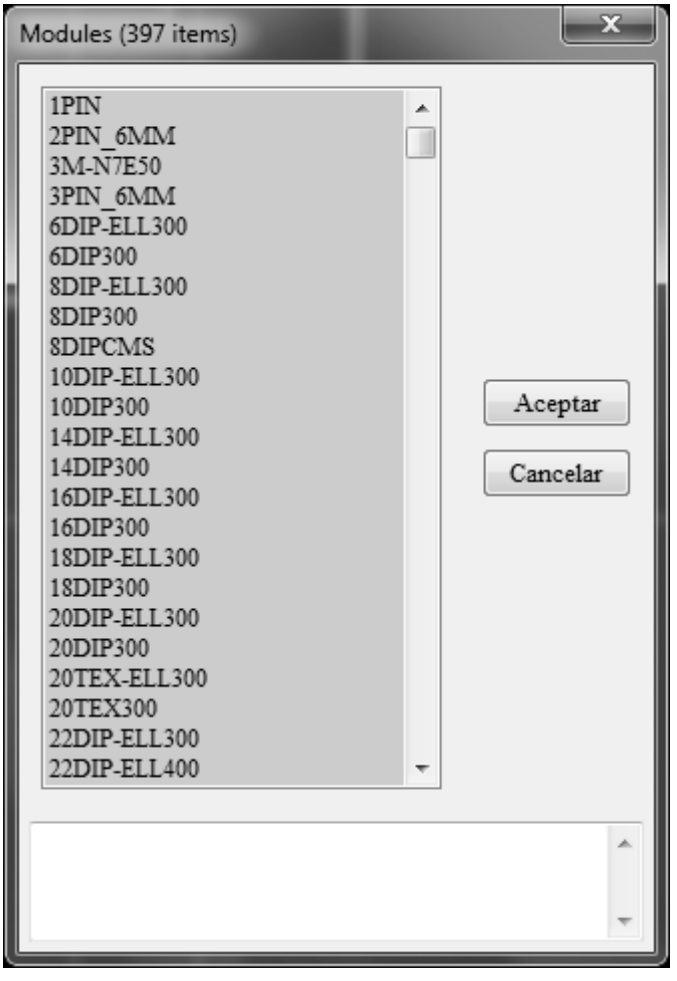


Figura 4.28. Listado de módulos.

Para añadir el nuevo módulo, hay que hacer clic sobre el icono "Añadir módulo" (icono d de la figura 4.2), y al hacer clic sobre la ventana de edición se mostrará la ventana emergente de la figura 4.27.

En la ventana, para añadir módulos al diseño (figura 4.27), se selecciona "Listar Todos", entonces se mostrará en una nueva ventana un listado con todos los módulos disponibles (figura 4.28). Se selecciona el módulo *1PIN*.

© Alfaomega - RC Libros

4.11. GUARDAR FICHEROS Y COPIA SEGURIDAD

Un comando que se echa en falta es el "Deshacer", por lo que se aconseja ir guardando, ante posibles modificaciones importantes, y guardando con diferentes nombres (por ejemplo, el proyecto de ejemplo *Amplificador_Radioreceptor.brb* utilizado en el presente capítulo: *Amplificador_Radioreceptor1.brd*, *Amplificador_Radioreceptor2.brd*, etc.), luego en un papel se anotan los nombres del fichero con alguna anotación (puede utilizar el bloc de notas de Windows y así guardar dicho fichero en el directorio de trabajo).

Guardando finalmente el resultado final como el nombre original y relacionado con el proyecto (*Amplificador_Radioreceptor.brd*), esto es debido a que cuando se abre *Pcbnew* se mostrará dicho fichero.

Para guardar un diseño, hay que hacer clic en el menú "File / Save Board", si lo que se desea es guardar con otro nombre hay que hacer clic en el menú "File / Guardar como…", y para cargar (o mostrar) un diseño de un fichero ya guardado hay que hacer clic en el menú "File/ Load Board".

4.12. RESULTADO EN TRES DIMENSIONES

Una de las características a destacar por parte de *Kicad* es el disponer de la visualización del diseño en 3D. Para ver el resultado, hay que hacer clic en "Visualizar 3D" del menú principal de *Pcbnew*, entonces aparecerá una nueva ventana emergente en donde se mostrará el resultado en 3D. Por ejemplo, en la figura 4.29 se ve la imagen del circuito visto en el apartado 4.4 (*Amplificador_Radioreceptor.brd*).

© Alfaomega - RC Libros

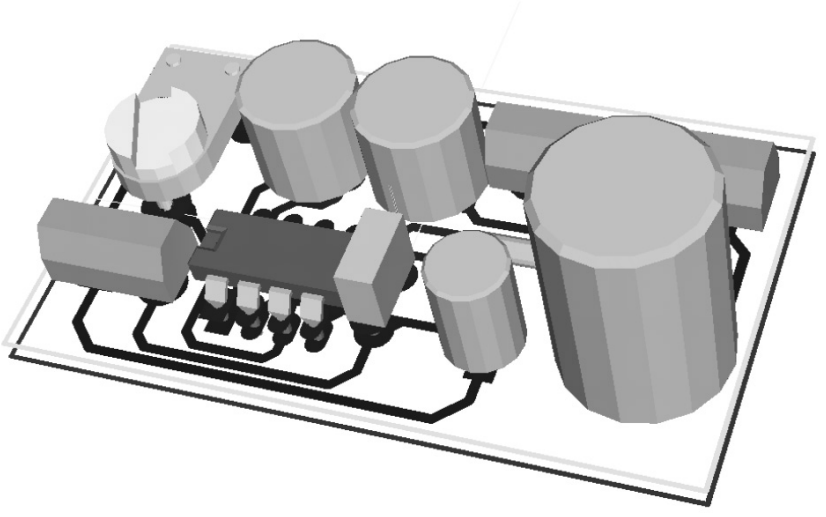


Figura 4.29. Visualización en 3D.

4.13. LIBRERÍAS

Las librerías que se utilizan en *Kicad* para *Pcbnew* (edición de placas de circuito impreso) se encuentran en el directorio: "C:/Archivos de programa/kicad/library/modules". Los de biblioteca de *Pcbnew* tienen la extensión *.*brd*.

Todos los módulos no se pueden visualizar ordenados por bibliotecas como con *Eeschema*. Pero se encuentra en un fichero en "footprints.pdf" con información de los principales módulos. El fichero se encuentra en: "C:/Archivos de programa/kicad/help/es/pcbnew".

También se puede acceder desde la ventana de *CvPcb*, haciendo clic en "Visualización/impresión de la documentación de los módulos" (icono j de la figura 4.4), se abrirá en una ventana de Acrobat Reader (lógicamente se debe disponer de dicha aplicación instalada en nuestro equipo u otra aplicación que sea capaz de abrir ficheros de extensión *.*pdf*). A modo de ejemplo, se muestran en la figura 4.28 los módulos disponibles para diodos.

© Alfaomega - RC Libros

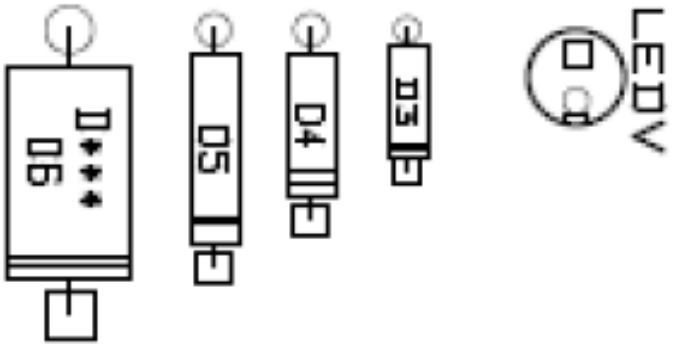


Figura 4.30. Módulos disponibles para diodos.

En consecuencia puede ser útil imprimir dicho fichero para disponer de un tamaño representativo del módulo; es decir, es útil para que después no haya imprevistos como que en el módulo elegido no coinciden las isletas o el tamaño es menor.

Puede darse el caso de que se necesiten nuevos módulos, para ello se dispone de la herramienta para la creación o edición de nuevos símbolos. El proceso se detallará en el capítulo 5.

4.14. ACTIVIDADES

1. Realice la siguiente placa de circuito impreso de forma guiada por los siguientes apartados:

a) Cree un nuevo proyecto y denomínelo: *Resistencias.pro*. El esquema es el que se muestra en la figura 4.31 (mantenga las referencias de los símbolos de resistencia para que se corresponda con las anotaciones del apartado b).

 © Alfaomega - RC Libros

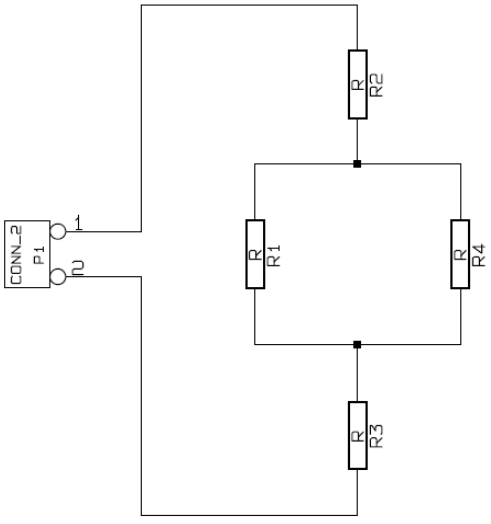


Figura 4.31. Circuito Resistencias.pro.

b) Genere el *netlist* e incluya las siguientes asociaciones de un módulo a cada símbolo, tal y como se muestra a continuación:

- El conector *P1* utiliza el módulo *2PIN_6mm.*
- La resistencia *R1* utiliza el módulo *R6*.
- La resistencia *R2* utiliza el módulo *R1*.
- La resistencia *R3* utiliza el módulo *R5*.
- La resistencia *R4* utiliza el módulo *R7*.

c) Diseñe la placa de circuito impreso; tenga en cuenta lo siguiente:

- Seleccione una rejilla de 1 mm (rejilla de usuario) y los tamaños de pista de 0,8 y 4 mm.
- El tamaño de placa de circuito impreso será de 60 x 60.

© Alfaomega - RC Libros

- Incluya los taladros.

- El tamaño de pista que interconecta las resistencias será de 0,8 mm, la pista que conecta al conector será de 4 mm con la excepción de que el último tramo (el que conecta con la resistencia *R2*) será de 0,8 mm.

- Puede ver un ejemplo en la figura 4.32 en donde se han incluido las pistas y la serigrafía.

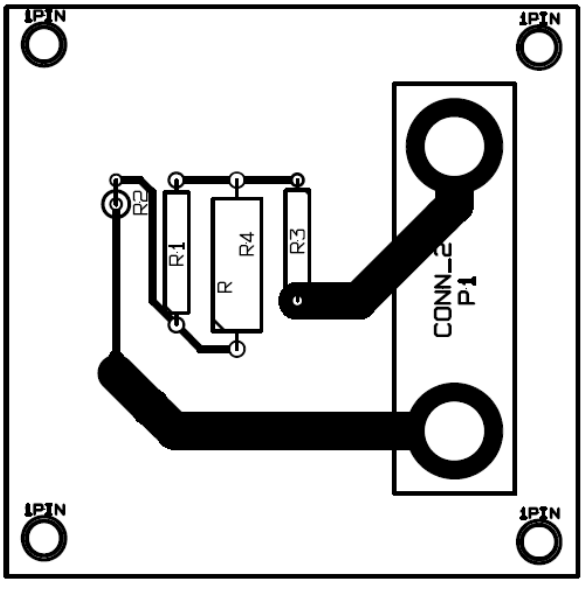


Figura 4.32. Circuito Resistencias.pro.

d) Realice la visualización en 3D, y modifique la visión del resultado, puede ver un ejemplo del resultado en la figura 4.33. Responda a las siguiente cuestiones:

- ¿Considera que puede ser útil la representación en 3D? ¿Por qué?

- Enumere alguna situación en donde le pueda ser útil.

© Alfaomega - RC Libros

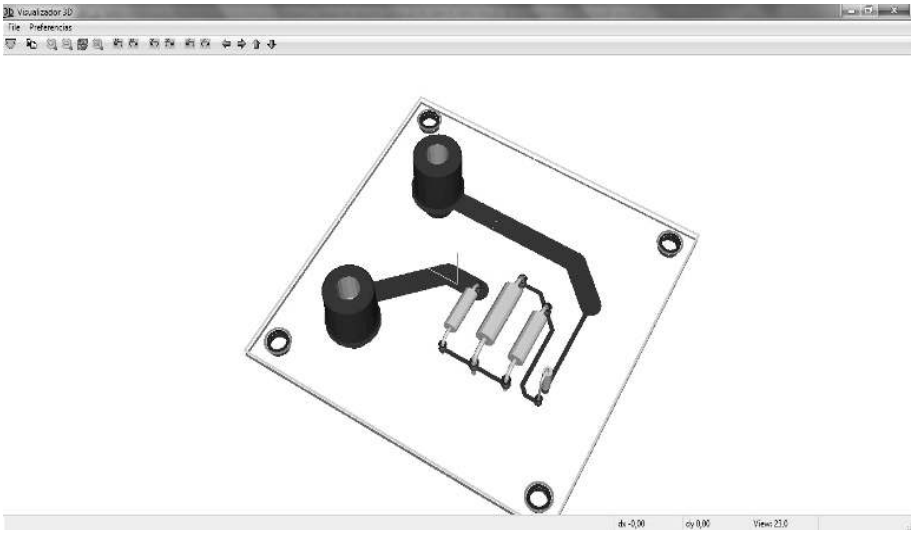


Figura 4.33. Resultado en 3D.

2. Diseñe la placa de circuito impreso de una pequeña fuente de alimentación con el regulador *LM317*, en donde incluyendo de forma externa un transformador y un puente rectificador, se puede conseguir una pequeña fuente de alimentación de forma rápida, al ajustar los valores de resistencia. El circuito se muestra en la figura 4.34.

a) Cree un nuevo proyecto y denomínelo: *Fuente_alimentacion.pro*. Genere el *netlist* e incluya las siguientes asociaciones de un módulo a cada símbolo, tal y como se muestra a continuación:

- Los conectores *P1* y *P2* utilizan el módulo *bornier2*.
- Las resistencias *R1* y *R2* utilizan el módulo *R1*.
- El condensador electrolítico *C1* utiliza el módulo *C2V10*.
- El regulador *LM317* utiliza el módulo *TO220_VERT*.

b) Diseñe la placa de circuito impreso; tenga en cuenta lo siguiente:

- Seleccione una rejilla de 0,5 mm (rejilla de usuario) y los tamaños de pista de 1 mm.
- Modifique el tamaño de las isletas para que tengan un diámetro exterior de 2 mm, y un taladro de 1 mm.
- El tamaño de placa de circuito impreso será de 30 x 30.
- Incluya una referencia al diseño, por ejemplo: siglas, nombre y año.
- Pruebe el autorutado.
- Incluya los taladros.

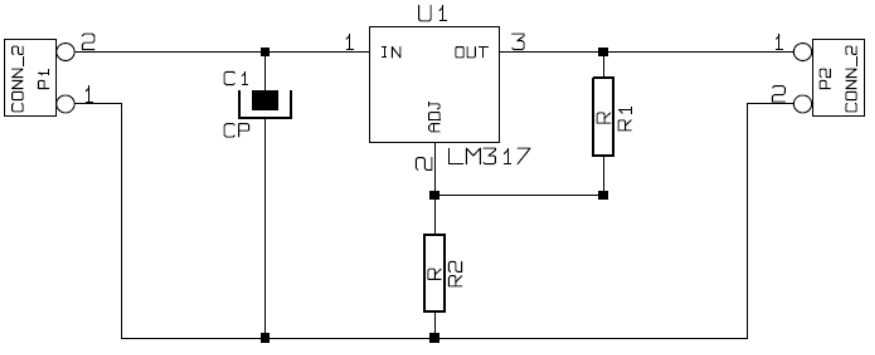


Figura 4.34. Circuito Fuente_alimentacion.pro.

3. Abra el fichero "footprints.pdf", y tomando como referencia los módulos disponibles para resistencias, complete la siguiente tabla (las medidas a realizar se indican en la figura 4.35). Responda a las siguientes cuestiones:

- ¿Considera que puede ser útil el manejar dicho fichero? ¿Por qué?
- En el cajetín de cada hoja representada en dicho fichero, ¿qué información encuentra? ¿Le resulta útil para localizar los módulos?

© Alfaomega - RC Libros

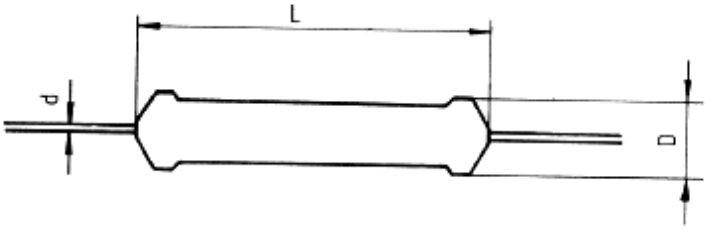


Figura 4.35. Medidas de resistencia.

Módulo	L	d	D
R1			
R3			
R4			
R3-5			
R5			
R6			
R7			

4. Indique los pasos a seguir para la selección de un módulo a partir de un componente físico. Por ejemplo, dispone de un condensador electrolítico axial con las siguientes medidas (tome como referencia la figura 4.36):

- L = 30,5 mm.
- D = 10,5 mm.

© Alfaomega - RC Libros

- Pmin = 35 mm.

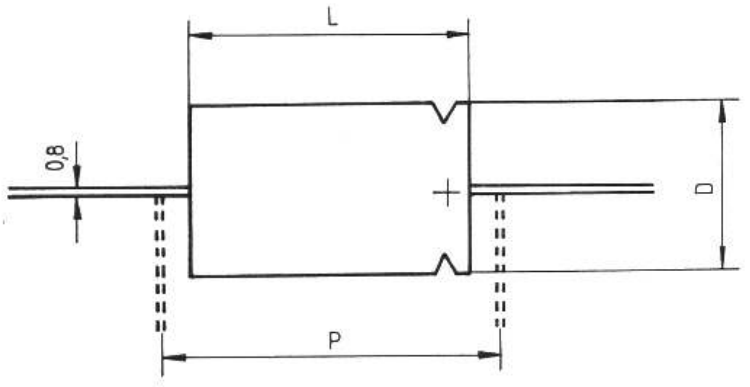


Figura 4.36. Medidas de condensador axial electrolítico.

© Alfaomega - RC Libros

CAPÍTULO 5

NUEVOS COMPONENTES PARA KICAD

5.1. INTRODUCCIÓN

En este capítulo se va a mostrar la forma de crear nuevos componentes que no se encuentran disponibles en las librerías de *Kicad*. Esta tarea es importante ya que puede ser necesario disponer de nuevos componentes a la hora de crear nuevos diseños.

Para crear un nuevo símbolo para ser utilizado en *Eeshema*, se puede partir desde cero o utilizar como referencia otro símbolo ya creado; después se guarda el nuevo componente creado en una librería, y se añade dicha librería para que pueda ser utilizada por *Eeshema*. Para la creación del nuevo componente, se utiliza *Libedit*.

De forma similar, se deberá crear un nuevo módulo para el diseño de la placa de circuito impreso con *Pcbnew*. Para ello se utiliza la herramienta *Modedit*.

5.2. PANTALLA EDITOR DE SÍMBOLOS: LIBEDIT

Libedit es la herramienta que dispone *Eeshema* para crear los nuevos símbolos que se necesitan para la realización de cualquier esquema.

Para acceder a *Libedit* hay que ejecutar *Eeschema* y, a continuación, hay que hacer clic en "Abrir el editor de componentes *LibEdit*" (icono e de la figura 3.1).

En la figura 5.1 se muestra la ventana de *Libedit*. En la que se pueden ver dos barras de herramientas con las funciones necesarias para: crear, editar, modificar símbolos, además de edición, modificación y creación de nuevas librerías.

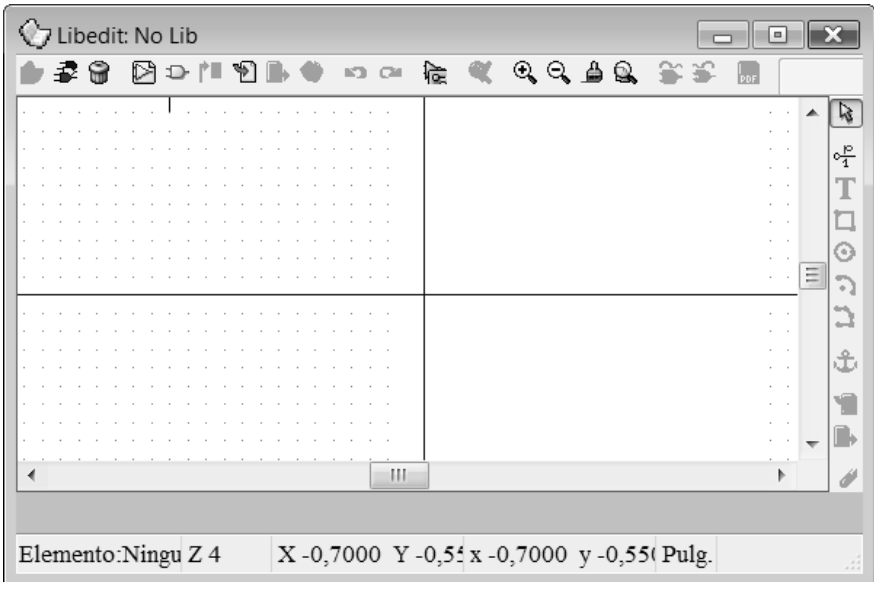


Figura 5.1. Ventana de Libedit.

La barra de herramientas superior (figura 5.2) permite la manipulación de las librerías disponibles:

a) "Guarda la biblioteca cargada actual en disco": sirve para guardar la librería modificada.

© Alfaomega - RC Libros

b) "Seleccionar biblioteca de trabajo": elige la biblioteca en la cual se encuentran los componentes a modificar o donde se guardará el nuevo componente.

c) "Borrar componente de la biblioteca de trabajo": una vez se ha seleccionado una biblioteca, se puede borrar cualquiera de los componentes disponibles en dicha librería.

d) "Nuevo elemento": crea un nuevo componente desde cero.

e) "Seleccionar elemento a editar": permite modificar un componente que se encuentra en la librería seleccionada.

f) "Guardar elemento actual en la biblioteca cargada actual": guarda el componente que se muestra por pantalla en la librería seleccionada.

g) "Importar elemento".

h) "Exportar elemento".

i) "Crear nueva biblioteca y guardar elemento actual en ella": solo estará activa esta opción cuando se esté creando o modificando un componente.

j) "Undo last edition": deshace la última acción.

k) "Redo the last undo command": rehace la última acción deshecha.

l) "Editar propiedades del elemento".

m) "Probar pines duplicados": verifica la no repetición de pines.

n) "Zoom +": amplía alrededor del centro de la pantalla.

o) "Zoom-": reduce alrededor del centro de la pantalla.

p) "Redibujar": refresca la pantalla.

© Alfaomega - RC Libros

q) "Zoom automático": visualiza todos los componentes en la ventana de edición.

r) "Visualización con representación normal": solo disponible con símbolos digitales, puertas lógicas.

s) "Visualización con representación De Morgan": solo disponible con símbolos digitales, puertas lógicas.

t) "Documents": información sobre el componente.

u) Seleccionar elemento "Part" componente con elementos múltiples.

v) Seleccionar alias, si dicho componente lo tiene.

w) "Editar pins uno a uno".

Figura 5.2. Barra de herramientas superior de Libedit.

La barra de herramientas derecha (figura 5.3) permite la manipulación del símbolo:

a) "Cursor": interrumpe el comando en uso.

b) "Añadir pin": abre el menú de edición de pines.

c) "Añadir texto gráfico".

d) "Añadir rectángulo".

e) "Añadir círculo".

f) "Añadir arco".

g) "Añadir línea o polígono".

 © Alfaomega - RC Libros

h) "Colocar ancla del componente": se refiere al punto central que tomará después para girar, se representa en la ventana de edición por el cruce de dos líneas azules. También se utiliza el punto central como eje de coordenadas.

i) "Importar dibujo existente".

j) "Exportar dibujo actual".

k) "Borrar elemento".

Figura 5.3. Barra de herramientas derecha de Libedit.

5.3. PANTALLA EDITOR DE MÓDULOS: MODEDIT

Modedit es la herramienta que dispone *Pcbnew* para crear los nuevos *footprint* o huellas que se necesiten para la realización de cualquier placa de circuito impreso.

Para acceder a *Modedit*, hay que ejecutar *Pcbnew* y, a continuación, hay que hacer clic en "Abrir editor de módulos" de la barra de herramientas superior de *Eeschema* (icono e de la figura 4.1).

En la figura 5.4 se muestra la ventana de *Modedit*. En ella se pueden ver tres barras de herramientas con las funciones necesarias para crear, editar y modificar módulos, además de: edición, modificación y creación de nuevas librerías.

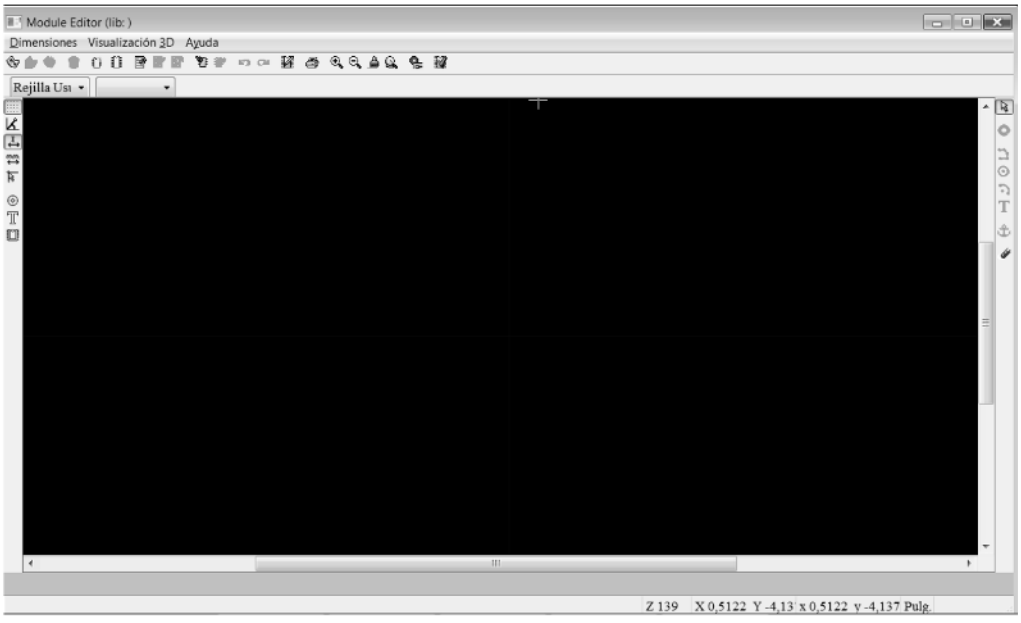


Figura 5.4. Ventana de Modedit.

La barra de herramientas superior (figura 5.5) permite la manipulación de las librerías disponibles:

a) "Seleccionar biblioteca de trabajo": elige la biblioteca en la cual se encuentran los componentes a modificar o donde se guardará el nuevo componente.

b) "Guardar módulo en la biblioteca de trabajo".

 © Alfaomega - RC Libros

c) "Crear una nueva biblioteca y guardar el componente".

d) "Borrar componente de la biblioteca de trabajo": una vez se ha seleccionado una biblioteca, se puede borrar cualquiera de las huellas disponibles en dicha librería.

e) "Módulo nuevo": crea un nuevo componente desde cero.

f) "Abrir módulo a partir de una biblioteca": se selecciona un módulo en la librería seleccionada.

g) "Load module in current board": importa un módulo a partir del circuito impreso.

h) "Update module in current board": exporta el módulo editado al circuito impreso. Si este módulo ha sido importado, se reemplazará el módulo en el circuito impreso (conservará la posición y orientación).

i) "Insert module into current board": inserta el módulo en la placa de circuito impreso.

j) "Importar módulo".

k) "Exportar módulo".

l) "Undo last edition": deshace la última acción.

m) "Redo the last undo command": rehace la última acción deshecha.

n) "Propiedades del módulo": se abre el menú para la edición de las propiedades del módulo que se está editando.

o) "Imprimir módulo": se abre el menú de impresión.

p) "Zoom +": amplía alrededor del centro de la pantalla.

q) "Zoom-": reduce alrededor del centro de la pantalla.

© Alfaomega - RC Libros

r) "Redibujar": refresca la pantalla.

s) "Zoom automático": visualiza todos los componentes en la ventana de edición.

t) "Isletas…": se abre el menú de gestión de las características de las isletas.

u) "Chequear el módulo".

v) "Grid": permite la selección del tamaño de la rejilla. También se puede modificar haciendo clic con el botón derecho del ratón sobre la pantalla de edición y seleccionando "Rejilla", entonces se mostrarán las mismas opciones que en dicho menú desplegable.

w) Menú desplegable con diferentes opciones de zoom.

Figura 5.5. Barra de tareas superior de Modedit.

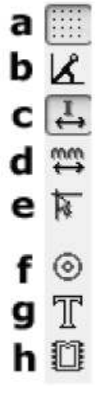


Figura 5.6. Barra de tareas izquierda de Modedit.

© Alfaomega - RC Libros

La barra de herramientas izquierda (figura 5.6) permite modificar las opciones de visualización:

a) "Mostrar/ocultar rejilla".

b) "Mostrar coordenadas polares".

c) "Unidades=pulgada": muestra las coordenadas en pulgadas.

d) "Unidades=mm": muestra las coordenadas en milímetros.

e) "Seleccionar forma cursor".

f) "Mostrar/ocultar isleta en contorno": muestra isletas en modo de contorno.

g) "Mostrar/ocultar texto en contorno".

h) "Mostrar/ocultar módulos en contorno".

La barra de herramientas derecha (figura 5.7) permite la manipulación del símbolo:

a) "Cursor": interrumpe el comando en uso.

b) "Añadir isleta": abre el menú de edición de isletas.

c) "Añadir línea o polígono".

d) "Añadir círculo".

e) "Añadir arco".

f) "Añadir texto".

g) "Colocar ancla del componente": se refiere al punto central que tomará después para girar, se representa en la ventana de edición por el cruce de dos líneas azules. También se utiliza el punto central como eje de coordenadas.

© Alfaomega - RC Libros

h) "Borrar módulo".

Figura 5.7. Barra de tareas derecha de Modedit.

5.4. CREAR NUEVO COMPONENTE I: SÍMBOLO A PARTIR DE OTRO Y MÓDULO A PARTIR DE CERO

5.4.1. Estudio del componente

El circuito de diseño de la placa de circuito impreso se muestra en el apartado 5.6, pero al realizar tanto la edición del esquema (*Eeschema*) como la placa de circuito impreso (*Pcbnew*), no se dispone de símbolo y módulo correspondiente al dispositivo *LM3886*.

En consecuencia, hay que editar el componente (apartado 5.6), por lo que hay que consultar la documentación sobre el mismo o utilizar una simbología normalizada o un dibujo representativo. En la figura 5.8 se muestra el símbolo utilizado en las hojas de características del *LM3886*.

Para editar el módulo, se pueden consultar las hojas de características del *LM3886*, que indica un encapsulado tipo *TA11B*.

 © Alfaomega - RC Libros

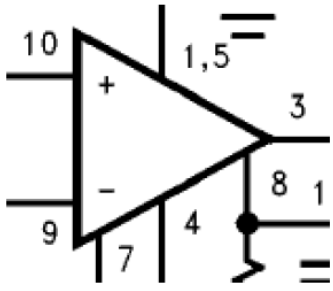


Figura 5.8. Símbolo LM3886.

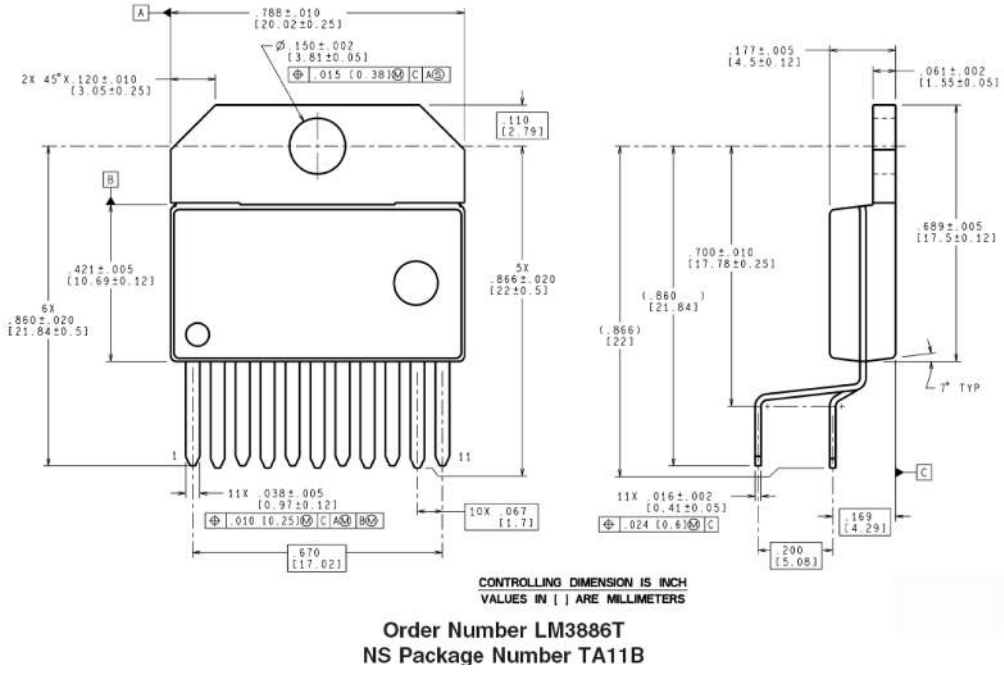


Figura 5.9. Medidas encapsulado tipo TA11B.

En la figura 5.9 se muestran las medidas que se pueden ver en las hojas de características del *LM3886* en su apartado *Physical Dimensions inches (milimeters).*

Si quiere buscar más información sobre este integrado, puede consultar las hojas de características que se encuentran en la página web del fabricante: http://www.national.com/mpf/LM/LM3886.html.

En la figura 5.9 se muestran las medidas tanto en milímetros como en pulgadas, indicándose las medidas en milímetros entre paréntesis. En otras ocasiones solo estarán las medidas en pulgadas (*inches*).

En otras ocasiones para realizar las medidas, se dispone del encapsulado del componente, tras realizar las medidas con una regla se pueden obtener el tamaño de los pines y la distancia entre los mismos. En este caso se obtienen las medidas en milímetros. Un ejemplo de este tipo de medidas es el utilizado en el componente utilizado en el apartado 5.7, que consiste en la creación de un módulo partiendo del zócalo de una válvula de vacío.

5.4.2. Editar símbolo: modificar uno disponible

Los pasos a seguir para crear un nuevo símbolo de un componente a partir de otro son los que se indican a continuación:

1) Hacer clic en "Seleccionar elemento a editar" (icono e de la figura 5.2): se va a tomar como referencia para crear el símbolo del *LM3886* el símbolo *SSM-2017* que se encuentra en la librería *Audio*.

2) Hacer clic en "Crear nueva biblioteca y guardar elemento actual en ella" (icono i de la figura 5.2): por defecto se guarda con la extensión *.*lib* y en el directorio "C:/KICAD/library". Llegado a este punto, mostrará un mensaje de advertencia que informa que para ser utilizada la librería por *Eeschema* se tiene que modificar la configuración, le damos a "Aceptar", en el apartado 5.8 se muestra cómo indicar a *Eeschema* que dispone de una nueva librería.

3) Se realizan las modificaciones sobre el símbolo utilizando las opciones que se muestran en la figura 5.3, para ajustarse al símbolo del componente que se muestra en las hojas de características del fabricante (figura 5.8). Además, habría que modificar o revisar las propiedades del componente, para que se ajusten al nuevo diseño,

 © Alfaomega - RC Libros

haciendo clic en "Editar propiedades del elemento" (icono l de la figura 5.2).

4) Hacer clic en "Crear nueva biblioteca y guardar elemento actual en ella" (icono i de la figura 5.2). Repitiendo el proceso del punto 2, se está borrando uno y creando otro (sobrescribiendo).

Algunas de las modificaciones que hay que realizar son:

1) Modificar el nombre del símbolo, hay que hacer clic sobre el texto y seleccionar "Editar texto" del menú emergente.

2) Modificar pines, hay que hacer clic sobre el pin a modificar y seleccionar "Editar Pin", se abrirá la ventana de edición de pines y se podrá ajustar tanto el número de asignación como el nombre utilizado.

3) Para mover pines, hay que hacer clic sobre el pin a desplazar y seleccionar "Mover Pin" y, a continuación, se realiza la nueva disposición.

4) Para incluir nuevos pines, hay que hacer clic en "Añadir Pin" (icono b de la figura 5.3).

También habrá que tener en cuenta que si se tiene que guardar en una librería ya existente, hay que tener cuidado porque puede suceder que se sobrescriba y se borre la librería anterior. Por lo que se recomienda el copiar a dicha librería el componente antes de modificarlo, después modificarlo y finalmente guardarlo con el comando "Guardar elemento actual en la biblioteca cargada actual" (icono f de la figura 5.2). Si se crea un componente nuevo, hay que tener en cuenta haber cargado antes la librería haciendo clic en "Seleccionar biblioteca de trabajo" (icono b de la figura 5.2), y después hay que guardarlo con el comando "Guardar elemento actual en la biblioteca cargada actual" (icono f de la figura 5.2).

Una recomendación es crear un nuevo directorio: "C:\Kicad\library_contrib\lib", con esto se consigue el disponer de un

directorio personal con las librerías creadas, ante posibles actualizaciones, además de saber dónde se encuentran las nuevas librerías para un intercambio entre diferentes equipos.

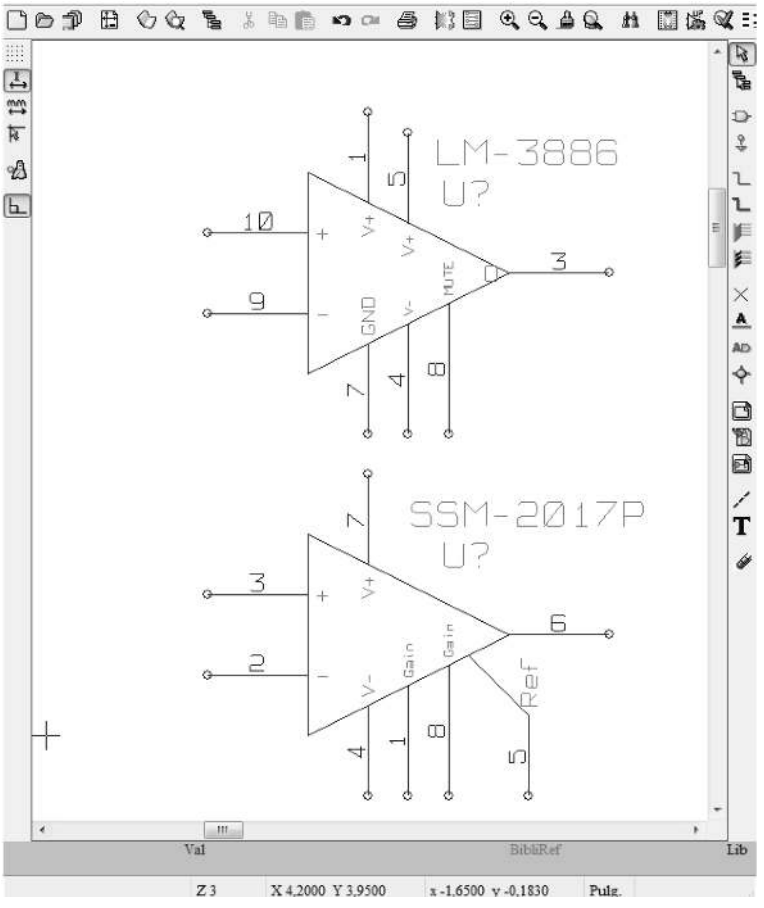


Figura 5.10. Componente modificado y sin modificar.

El método de importar disponible no funciona correctamente; a continuación, se indican los pasos a seguir para realizar la copia de componentes entre librerías de forma fiable.

Los pasos a realizar son los siguientes:

© Alfaomega - RC Libros

1) Hacer clic en "Seleccionar biblioteca de trabajo" (icono b de la figura 5.2): hay que indicar la librería en donde se encuentra el componente; es decir, la librería de origen.

2) Hacer clic en "Seleccionar elemento a editar" (icono e de la figura 5.2): se selecciona el componente que se va a copiar.

3) Repetir el paso 1, pero ahora se indica la librería de destino.

4) Hacer clic en "Guardar elemento actual en la biblioteca cargada actual" (icono f de la figura 5.2).

5) Hacer clic en "Guardar la biblioteca cargada actual en disco" (icono a de la figura 5.2): con este último paso se consigue guardar las modificaciones realizadas y dichas modificaciones consisten en un símbolo nuevo que no está disponible en la librería de destino, en este caso pedirá el nombre con el que se desea guardar el componente.

En la figura 5.10 se muestra el resultado del componente creado (imagen superior) y el componente que se ha utilizado como referencia (imagen inferior).

5.4.3. Editar módulo: desde cero

Los pasos a seguir para crear un nuevo módulo para un símbolo desde cero son los que se indican a continuación:

1) Hacer clic en "Módulo nuevo", se creará un nuevo módulo con el nombre *TA11B*.

2) Añadir contorno, se utiliza para dibujar la forma gráfica del módulo. Son aspectos puramente estéticos (no afectan eléctricamente), para ello se dispone de los iconos de la figura 5.7: añadir líneas, círculos, arcos y texto (iconos del c al f de la figura 5.7, respectivamente).

© Alfaomega - RC Libros

3) Hacer clic en "Añadir isleta" (icono b de la figura 5.7), para ir incluyendo todas las isletas que componen el módulo. El tamaño utilizado es de 0.038 milésimas de pulgada (mil) de interior (se indica en la casilla "Diam taladro Isleta(")") y de 0.060 mil de exterior (se indica en la casilla "Tamaño Isleta X (")"). La isleta utilizada es de forma circular y "standard" (se indica en las casillas "Forma de la Isleta" y "Tipo de Isleta", respectivamente).

4) Hacer clic en "Crear una nueva biblioteca y guardar el módulo" (icono c de la figura 5.5), si se ha creado desde cero y no se dispone de una librería, o "Guardar módulo en la biblioteca de trabajo", si se está editando un componente en una librería ya disponible.

En los iconos c y d de la figura 5.6, se pueden cambiar las unidades de la rejilla. Una recomendación es trabajar en milímetros si se utiliza como referencia un componente real y se realizan las medidas con una regla en milímetros (que son las más comunes), por el contrario es recomendable trabajar en pulgadas si se utilizan como referencia las medidas de las hojas de características (ya que se indican todas las medidas en estas unidades). En el ejemplo del que se parte (apartado 5.5) se dispone de las medidas tanto en milímetros como en pulgadas.

A modo de recomendación, si se debe trabajar con una librería nueva (es decir, un nuevo componente y una nueva librería), se añadirá antes la nueva librería antes de comenzar las modificaciones. A continuación, se modifica el módulo o se crea, pero antes se debe haber cargado la librería, haciendo clic en "Seleccionar biblioteca de trabajo" (icono b de la figura 5.5). Durante la colocación de las isletas o *pads*, puede ser de ayuda el seleccionar un tamaño de rejilla pequeño y desplazarlo utilizando los cursores. También es de gran ayuda las acciones de "Zoom+" y "Zoom-" (iconos p y q de la figura 5.5) y así evitar conexiones erróneas.

 © Alfaomega - RC Libros

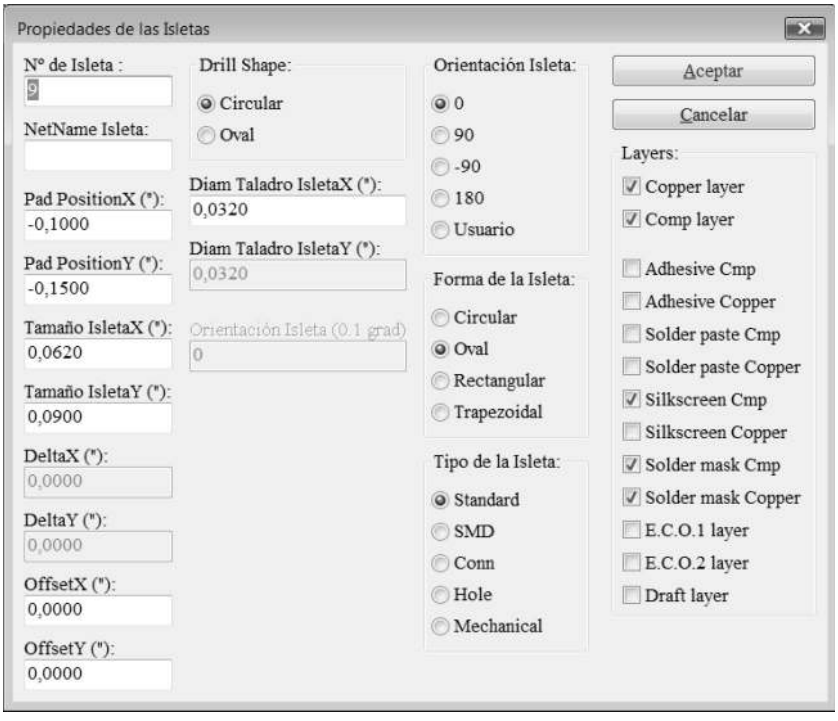


Figura 5.11. Ventana de propiedades de isletas.

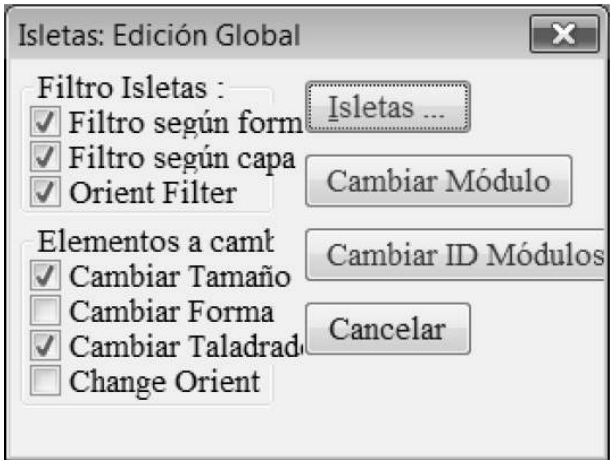


Figura 5.12. Ventana de edición global.

Para realizar modificaciones de una isleta o *pad*, hay que hacer clic sobre la isleta a modificar con el botón derecho del ratón y seleccionar "Editar Isleta" (modificar las propiedades de la isleta o *pad*, mostrándose la ventana de propiedades de las isletas figura 5.11), "Borrar Isleta" (eliminar la isleta o *pad*) o "Mover Isleta" (desplazar la isleta o *pad*). También puede realizarse de forma global (es decir, todas las isletas y *pads*), para ello hay que hacer clic con el botón derecho en la ventana de edición y seleccionar "Edición Global de las Isletas" (útil si se van a modificar el tamaño de todas las isletas y *pads* del módulo, como por ejemplo en el módulo de un circuito integrado), la ventana que se muestra es la de la figura 5.12 (la descripción de los botones de la figura 5.12 se mostró en el apartado 4.5.3).

A la hora de definir los límites (contorno del módulo), no es tan importante el ser muy preciso, para ello se puede utilizar un tamaño de rejilla mayor. Aunque sirve de ayuda para conocer los límites del módulo dentro de la placa de circuito impreso. Si se desea modificar el tamaño del contorno, hay que definir primero el espesor (haciendo clic con el botón derecho del ratón sobre el contorno y seleccionando "Ajustar espesor") y segundo hay que indicarle a cada contorno o al conjunto el cambio por el nuevo espesor del contorno (haciendo clic con el botón derecho del ratón sobre el contorno y seleccionando "Editar espesor (actual)" o "Editar espesor (todos)"). Cuando se está creando un contorno y se desea finalizar la herramienta, porque se desea colocar en otra disposición, hay que hacer clic con el botón derecho de ratón y seleccionar "Cancelar". Si lo que se desea es indicar la finalización de un trozo de línea, hay que hacer clic con el botón derecho del ratón y seleccionar "Fin Contorno".

En la figura 5.13 se muestra un resultado del módulo creado además de las cotas que definen el componente en pulgadas. De igual forma se guarda el componente en un fichero de extensión **.lib*, por ejemplo librería *LMAudio.lib*. Una recomendación es crear un nuevo directorio: "C:\Kicad\library_contrib\mod", con esto se consigue el disponer de un directorio personal de las librerías creadas, ante posibles actualizaciones, además de saber dónde se encuentran las nuevas librerías para un intercambio entre diferentes equipos.

 © Alfaomega - RC Libros

Es recomendable cada cierto tiempo hacer clic en "Redibujar" (icono r de la figura 5.5), por no decir cada vez que se realice cualquier modificación, porque suelen quedar restos por la pantalla que no están y pueden inducir a error.

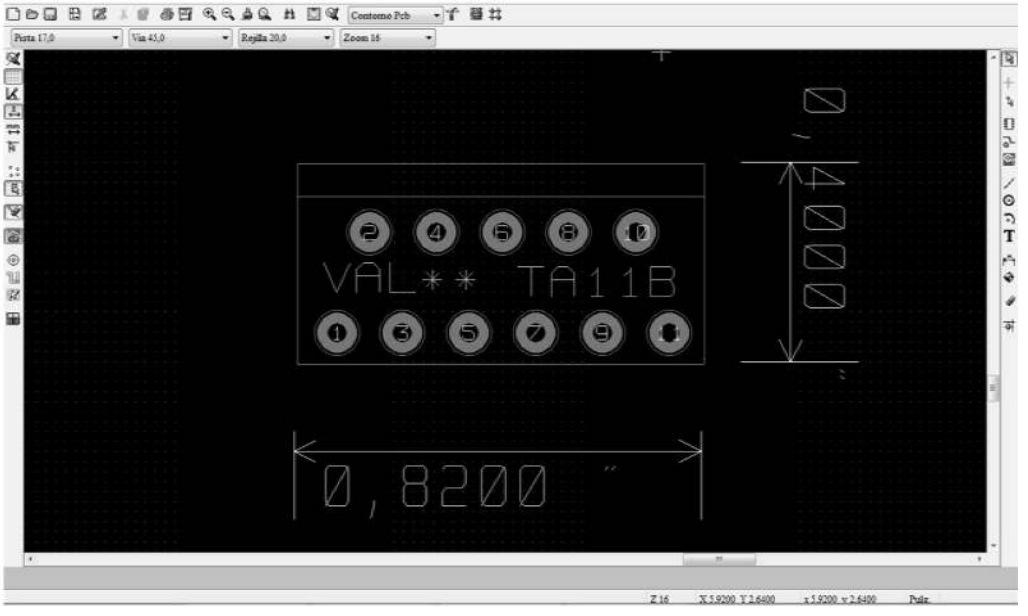


Figura 5.13. Módulo creado.

5.5. PLACA DE CIRCUITO IMPRESO CON COMPONENTES CREADOS

5.5.1. Introducción

En este apartado se mostrará el diseño de una placa de circuito impreso de un amplificador de potencia de audio utilizando el circuito integrado *LM3886*, como no se dispone del símbolo y módulo en las librerías de *Kicad* se han tenido que crear.

Así pues, en el apartado 5.6.3 se mostrará cómo se añade la nueva librería en *Eeschema* y el resultado de realizar el esquema; en el apartado 5.6.4 se mostrará cómo se añade la nueva librería a *CvPcb* y la relación de componentes y módulos, y en el apartado 5.6.5 se mostrará cómo se añade la

nueva librería a *Pcbnew* y el resultado de realizar la placa de circuito impreso a dos caras. Las características del circuito se muestran en el apartado siguiente.

5.5.2. Estudio del circuito: amplificador de 68W

El amplificador de potencia utilizado se basa en el integrado *LM3886*, el cual proporciona una potencia de 68 vatios (W), alimentado a una tensión simétrica de 28 voltios (±28V).

La ganancia viene determinada por la relación de resistencias *Ri* y *Rf* (figura 5.14), particularmente se refiere al cociente de ambas, por ejemplo en la figura 5.14 se muestra un esquema básico de funcionamiento en donde se obtiene una ganancia de 20.

Un detalle a destacar de este amplificador de potencia es la presencia de un interruptor de *mute S1*, que permite el silenciar el amplificador.

En particular el diseño a realizar en este apartado es:

- Potenciómetro externo: por lo que se tendrán dos entradas al circuito que se han denominado: *Vin* y el punto de referencia de todo el circuito *GND*.

- A la salida no hay que incluir la resistencia *RL*, por lo que se tendrán dos salidas del circuito, que se han denominado: *Vout* y el punto de referencia de todo el circuito *GND*.

- El interruptor de *mute* también es externo, por lo que tendrá dos entradas al circuito que se han denominado como *S1a* y *S1b*.

- También hay que sustituir las señales *V+* y *V-*, de la alimentación simétrica por conectores con la misma nomenclatura.

Los valores de los condensadores son: 1000 microfaradios (μF) para C_S, 33 μF para C_i, y 100 μF para C_M. A la salida se ha conectado en serie con la salida del pin 3 del circuito integrado una red de una resistencia R_O (de valor 10 Ω) en paralelo con una bobina L_O (de valor 700 milihenrios -mH-). El resto de

 © Alfaomega - RC Libros

valores viene dado en la figura 5.14, manteniendo la ganancia de 10 ohmios (Ω) con R_i de 1 KΩ, R_f de 20 KΩ y la resistencia R_B de 1KΩ.

Comentar que en este punto antes de pasar al siguiente apartado se debe crear un nuevo proyecto, por ejemplo *AudioAmplificador.pro*.

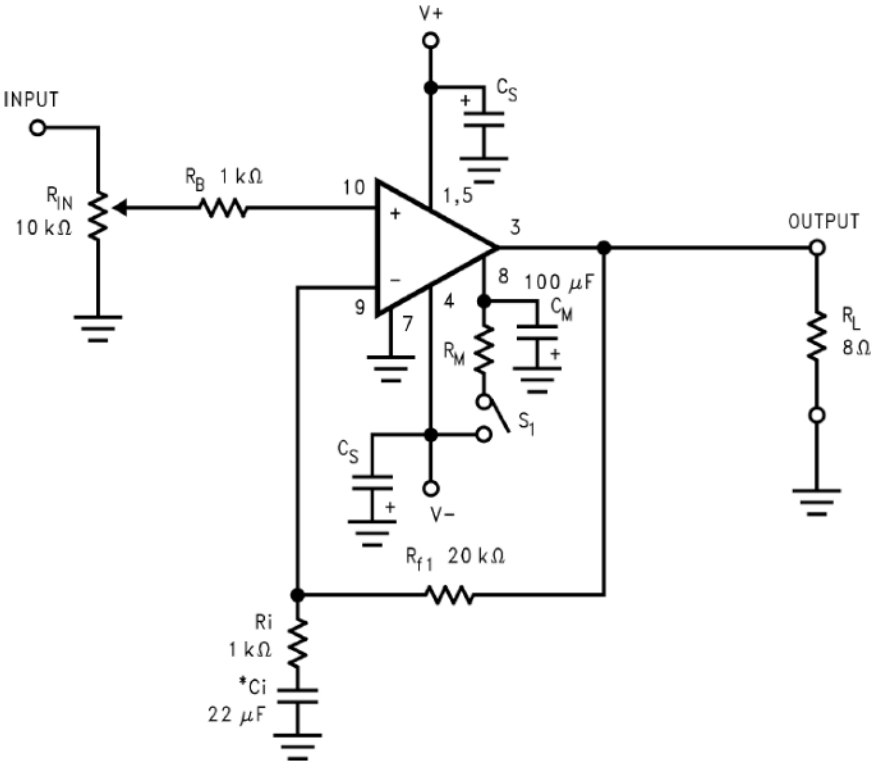


Figura 5.14. Esquema básico con LM3886.

5.5.3. Añadir librería a Eeschema: edición de esquema

Se ha comentado anteriormente que hay que decirle a *Eeshema* que dispone de una nueva librería, de lo contario no se podrá incluir en el diseño del esquemático o no se dispondrá en el gestor de librerías.

Se deben analizar los siguientes pasos:

1) Ir a la ventana de *Eeschema*.

2) Hacer clic en el menú principal en "Preferencias / Bibliotecas y Directorios …".

3) En la ventana emergente (figura 5.15), se añade la nueva librería haciendo clic en "Añadir".

4) Hacer clic en "Guardar configuración". La información se guarda en el archivo de proyecto, por ejemplo *AudioAmplificador.pro*.

Figura 5.15. Añadir nueva librería de Libedit al proyecto.

© Alfaomega - RC Libros

Para facilitar la tarea y que el lector continúe practicando, a continuación se indican los componentes utilizados y la librería en la que se encuentran:

- Resistencia: *R* librería *device*.
- Condensador: *C* librería *device*.
- Condensador electrolítico: *CP* librería *device*.
- Bobina: *INDUCTOR* librería *device*.
- Integrado: *LM3886* librería *LMAudio* (nuevo componente).
- Conectores: *CONN_2* (para dos conexiones) y *CONN_3* (para tres conexiones) librería *conn*.

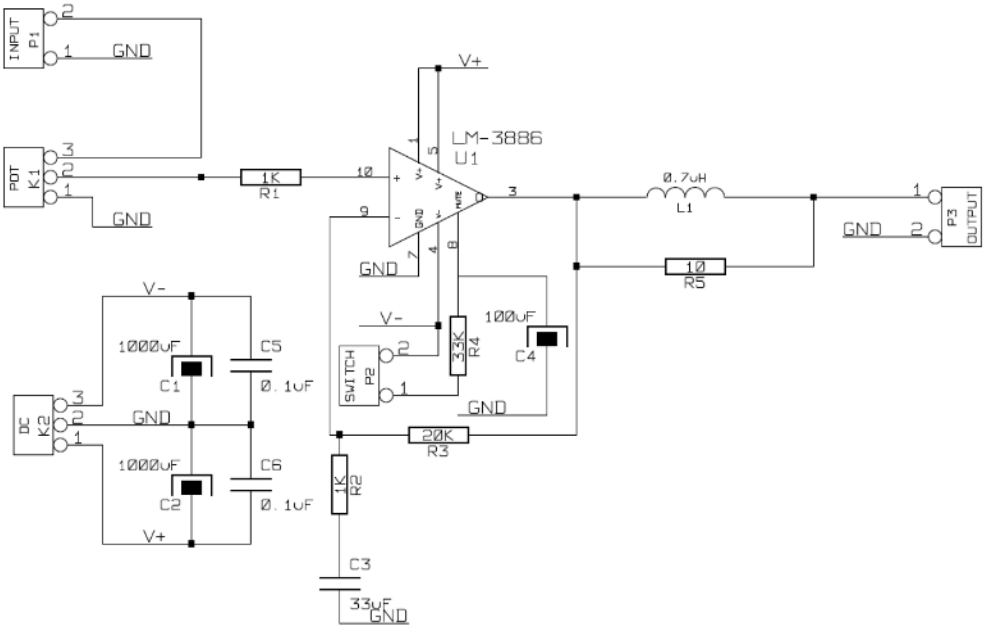


Figura 5.16. Diseño de circuito Eeschema.

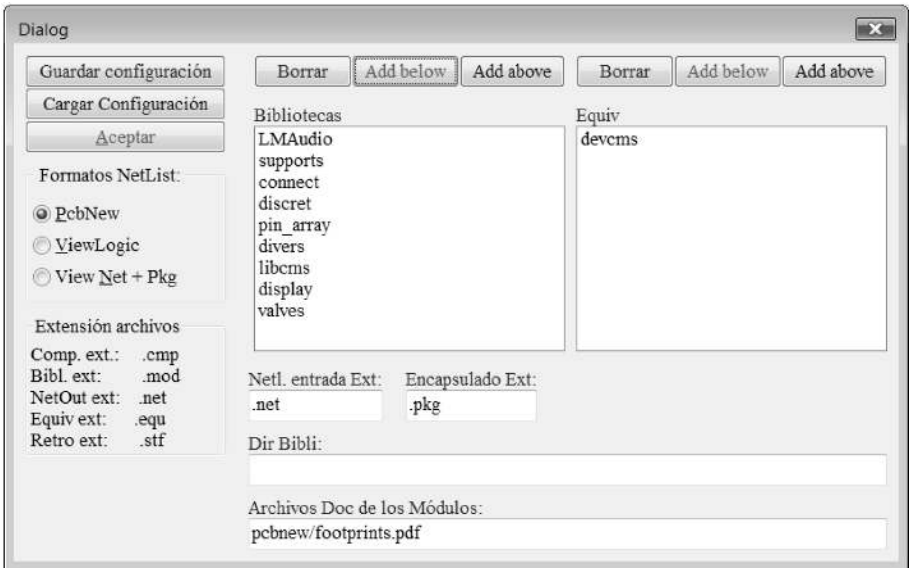


Figura 5.17. Ventana de configuración CvPcb.

A modo de ejemplo se muestra en la figura 5.16 un posible resultado del esquema del circuito, aunque el lector puede utilizar otro tipo de disposición de los componentes.

Hay que destacar la utilización de la colocación de nombres a algunas líneas de conexión (*GND*,*V+* y *V-*) y así simplificar la colocación de líneas cruzadas de cables, facilitando la posterior revisión del circuito.

5.5.4. Añadir librería CvPcb: Netlist

Para generar el fichero de unión entre *Eeschema* y *Pcbnew* (denominado *netlist*), hay que indicarle que hay una nueva librería con el módulo.

Para indicarle *Cvpcb* a la nueva librería, hay que efectuar los siguientes pasos:

1) Ejecutar *Cvpcb*.

 © Alfaomega - RC Libros

2) Hacer clic en el menú principal "Preferencias / Configuración …", entonces aparecerá una nueva ventana en donde hay que indicarle la nueva librería (figura 5.17).

3) Incluir la nueva librería en el cuadro denominado "Bibliotecas", para ello hay que hacer clic en el botón "Add below" para incluir la nueva librería *LMAudio*.

4) Guardar las modificaciones realizadas, para ello hay que hacer clic en el botón "Guardar Configuración". Comentar que dichas modificaciones se guardan en el fichero del proyecto *AudioAmplificador.pro*.

Tras haber incluido la librería, aparecerá en la lista de la derecha el nuevo módulo que se ha creado *TA11B*.

A continuación, como apoyo al lector se muestran las relaciones a incluir, en función de los componentes con los módulos disponibles:

- *C2V10* para *C1* y *C2*.
- *C1V7* para *C3* y *C4*.
- *C2* para *C5* y *C6*.
- *bornier3* para *K1* y *K2*.
- *R7* para *R1* y *R5*.
- *bornier2* para *P1*, *P2* y *P3*.
- *R4* para *R1*, *R2*, *R3* y *R5*.
- *TA11B* para *U1* (módulo creado).

© Alfaomega - RC Libros

5.5.5. Añadir librería Pcbnew: edición placa circuito impreso

Para añadir la nueva librería al proyecto, se deben efectuar los siguientes pasos:

1) Ir a la ventana de *Pcbnew*.

2) Hacer clic en el menú principal en "Preferencias / Bibliotecas y Directorios …".

3) En la ventana emergente (figura 5.18), se añade la nueva librería haciendo clic en "Añadir".

4) Hacer clic en "Guardar configuración". La información se guarda en el archivo de proyecto, por ejemplo *AudioAmplificador.pro*.

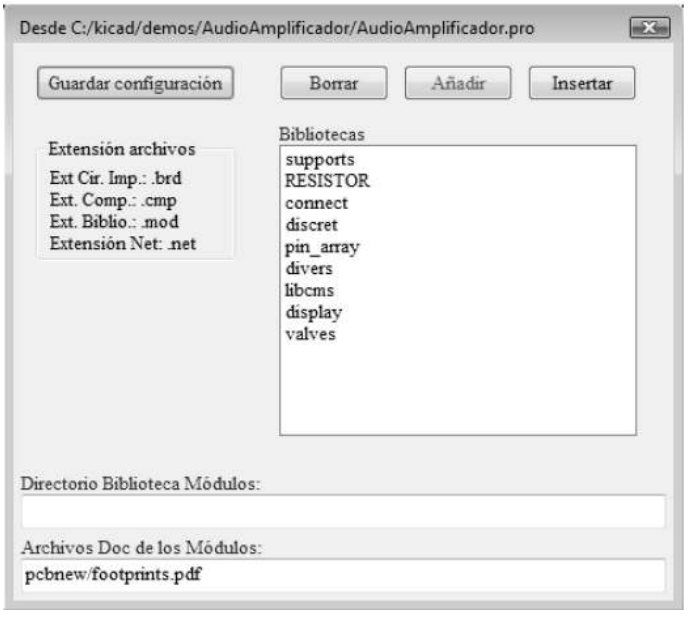


Figura 5.18. Añadir nueva librería de Modedit al proyecto.

Ahora llega el momento de crear la placa de circuito impreso para el circuito de las figuras 5.14 y 5.16. Así que una vez tenga abierto *Pcbnew*, debe

 © Alfaomega - RC Libros

definir los límites de la placa de circuito impreso, por ejemplo una placa de 76x45 mm. Puede tomar estas medidas u otras que cree oportunas. A continuación, debe situar los componentes dentro de los límites. Puede tomar como referencia la posición de los módulos de la figura 5.19.

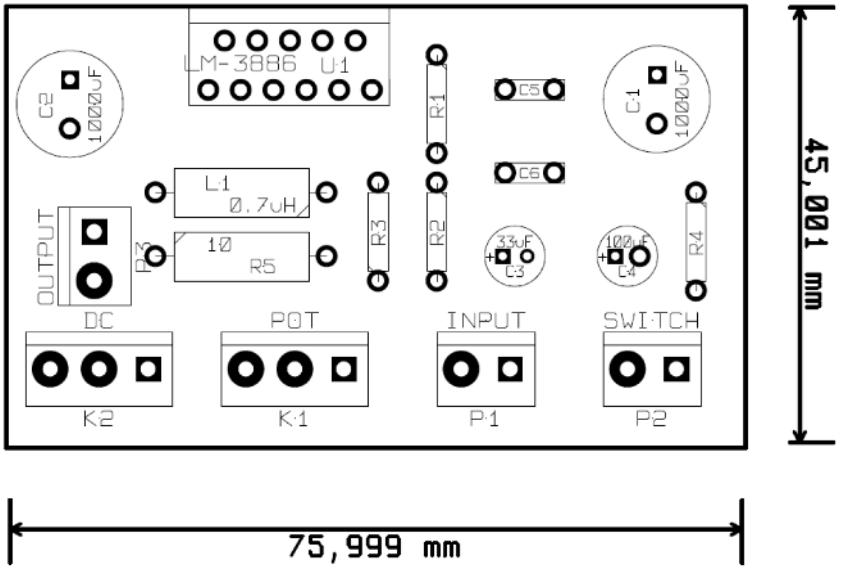


Figura 5.19. Serigrafía de los componentes.

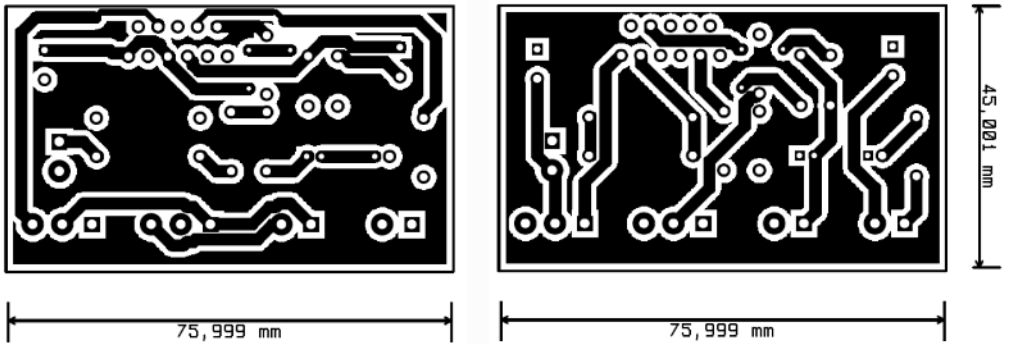


Figura 5.20. Resultado de la placa de circuito impreso.

Para realizar modificaciones en una u otra capa, primero debe seleccionar la capa a la cual va a modificar. Para ello dispone en la barra de herramientas superior de un menú desplegable (icono q de la figura 4.1), siendo "Cobre (PgDn)" y "Comp(PgUp)" las que se van a utilizar.

Cuando se van a utilizar diversos tamaños de pistas, sobre todo cuando hay componentes como el *LM3886* u otros circuitos integrados incluyendo limitaciones dadas por sus encapsulados, hay que elegir primero el tamaño (desde el menú "Dimensionado/ Pistas y Vías…") y después hay que indicarle a la pista que lo cambie. Para cambiar el tamaño de la pista, se hace clic con el botón derecho del ratón seleccionando "Cambio de anchura" y en el menú emergente se selecciona "Editar Segmento" (cambiar solo un trozo de pisa) o "Editar pista" (cambiar el trozo de pista que va entre *pads*).

Otro paso es rellenar el hueco de la placa de circuito impreso con cobre. Para ello, hay que hacer clic en "Añadir zona" (icono f de la figura 4.1), como se vio en el apartado 4.9. Este proceso se debe repetir dos veces, uno para la capa de cobre y otro para la capa de componentes.

A modo de ejemplo se muestra en la figura 5.20 el resultado final, siendo la imagen de la izquierda la correspondiente a la capa de cobre (inferior) y la de la derecha a la capa de componentes (superior).

5.5.6. Resultado en 3D

El resultado en 3D es el que se muestra en la figura 5.21. En este caso al no haberse creado la representación para 3D, el componente creado (*TA11B*) se muestra como si se tratara de simples isletas colocadas en cierta disposición. En el capítulo 6 se mostrará más información sobre la edición de la representación en 3D de los módulos.

 © Alfaomega - RC Libros

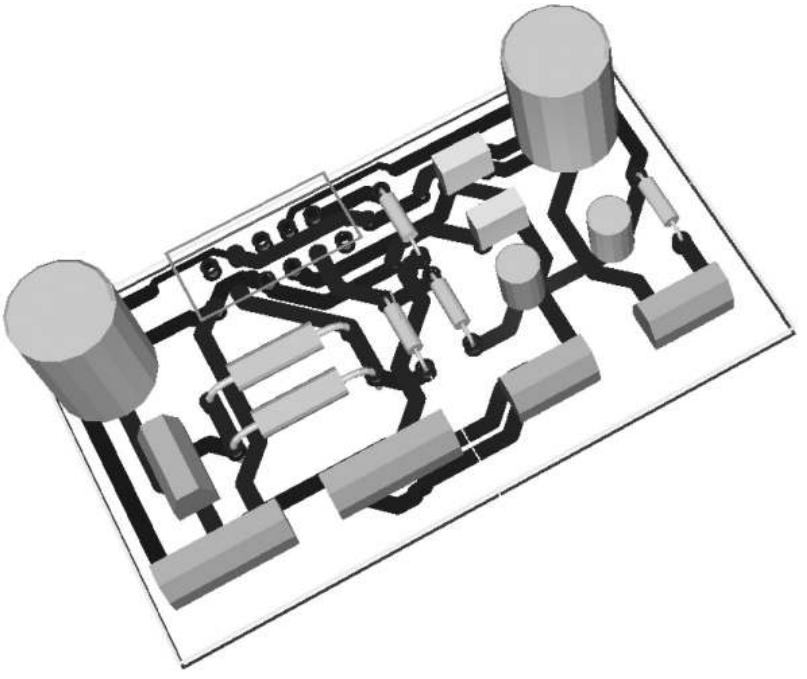


Figura 5.21. Visualización en 3D.

5.6. CREAR NUEVO COMPONENTE II: SÍMBOLO A PARTIR DE OTRO Y MÓDULO A PARTIR DE CERO

5.6.1. Introducción

En este apartado se muestran dos ejemplos que sirven para la edición de un nuevo símbolo desde cero y el módulo desde otro disponible. El primero utiliza la edición de un símbolo para ser utilizado como conector y el segundo modifica un módulo disponible para ser acoplado a un zócalo para la conexión de una válvula de vacío.

5.6.2. Editar símbolo: desde cero

Los pasos a seguir si se tratara de un componente nuevo serían los siguientes:

© Alfaomega - RC Libros

1) Hacer clic en "Nuevo elemento" (icono d de la figura 2), se muestra la ventana de la figura 5.22.

2) Se complementa en función del símbolo o del componente al cual representa.

3) Se añaden los pines haciendo clic en "Añadir pin" (icono b de la figura 5.3), entonces cada vez que se añade un nuevo pin se muestra la ventana de propiedades de cada pin. Si una vez añadido el nuevo pin se desea modificarlo, hay que situar el cursor sobre el pin a modificar y pulsar el botón derecho del ratón, después se selecciona "Editar Pin".

4) Se añaden aspectos puramente estéticos mediante: texto ("Añadir texto gráfico" desde el icono c de la figura 5.3), añadir obstáculos (iconos d a g de la figura 5.3) o añadir una imagen ya prediseñada ("Importar dibujo existente" desde el icono i de la figura 5.3).

5) Guardar nuevo componente, para ello hay que seleccionar primero la librería en donde se desea almacenar (haciendo clic en "Seleccionar biblioteca de trabajo" desde el icono b de la figura 5.2) y segundo se guardan los resultados (haciendo clic en "Guardar la biblioteca cargada actual en disco" desde el icono a de la figura 5.2 o haciendo clic en "Guardar elemento actual en la biblioteca cargada actual" desde el icono f de la figura 5.2). Hay que tener cuidado porque sobrescribe la librería y si existía otro símbolo con ese nombre, lo borrará. Si una vez creado el nuevo componente se desea guardar en una librería nueva, hay que hacer clic en "Crear nueva biblioteca y guardar elemento actual en ella" (icono i de la figura 5.2).

© Alfaomega - RC Libros

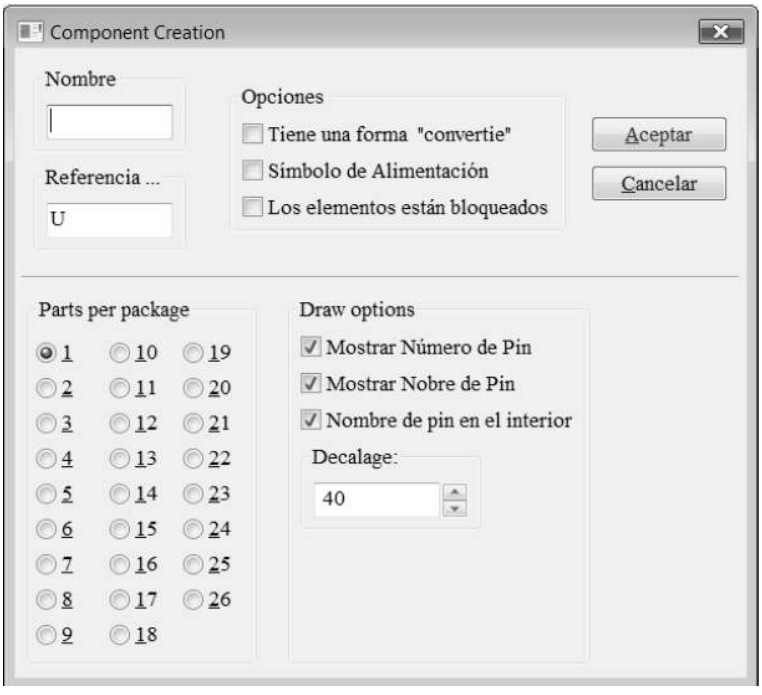


Figura 5.22. Ventana de nuevo componente.

A continuación, se va a proceder a crear un nuevo símbolo correspondiente a instrumentos de medida. En los esquemas eléctricos y electrónicos los instrumentos de medida se representan por un círculo blando en el cual se escribe o dibuja el símbolo de la unidad de medida que indicará el elemento de visualización. Los elementos de medida se referencian en los esquemas con la letra *P*.

Haciendo referencia al punto 2 en donde se indica que hay que rellenar los datos de la ventana de nuevo componente (figura 5.22):

- En el cuadro de texto "Nombre" se indica el texto que sirve para identificarlo, por ejemplo: *Volt* para el voltímetro, *Amp* para el amperímetro y *Ohm* para el óhmetro.

- En el cuadro de texto "Referencia…" se incluye el texto *P* para todos los símbolos, en este cuadro de texto se incluyen referencias en

función del componente a simbolizar: *D* para el diodo, *Q* para el transistor, *U* circuito integrado, etc.

- El resto de opciones se deja por defecto.

- En "Parts per package" se indica el número de veces que se repite el componente, modificando el número de pines; por ejemplo, circuitos integrados que tienen varias puertas lógicas en su interior.

Figura 5.23. Ventana de propiedades de pines.

Haciendo referencia al punto 3 en donde se indica que hay que insertar los pines, se muestra la ventana de propiedades cada vez que se añade un pin (figura 5.23). Se van a añadir 2 pines cuyas características son:

- En "Forma del pin" se indica "Linea" (en la figura 5.24 se muestra cómo cambia el símbolo del pin dependiendo de la "Forma del Pin" seleccionada).

- En "Tipo eléctrico" se indica "Entrada".

- Para "Pin Orientación" uno tiene que ser "Arriba" y otro "Abajo" y la longitud del pin se modifica a 200.

 © Alfaomega - RC Libros

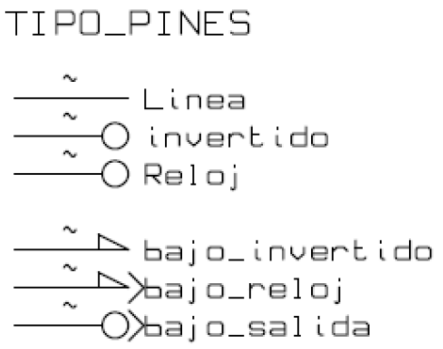


Figura 5.24. Forma de pines.

La longitud de 300 está dada en milésimas de pulgada; es decir, 0,3 pulgadas. Esto es debido a que se trabaja en pulgadas en la ventana de trabajo de la creación de nuevos componentes. Se puede utilizar la siguiente ecuación para la conversión a milímetros:

$$[milímetros] = 25{,}4 \cdot [pu\lg adas]$$

En la figura 5.25 se muestra el resultado de los símbolos creados, para el voltímetro, amperímetro y óhmetro. Teniendo en cuenta el paso 4 en donde se añaden aspectos estéticos que hacen referencia al símbolo. El texto que se añade dentro del círculo es *V* dando un tamaño de 0,1 pulgadas (para el voltímetro), *A* dando un tamaño de 0,1 pulgadas (para el amperímetro) y el de *OHM* se da un valor de 0,06 pulgadas (para el óhmetro).

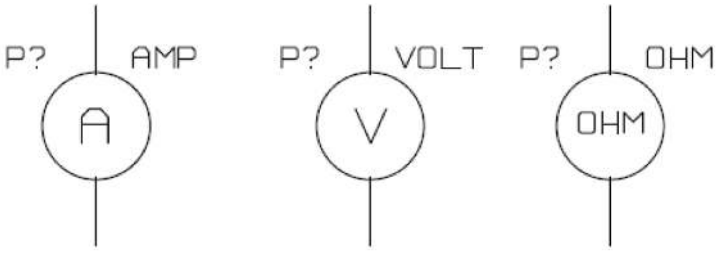


Figura 5.25. Símbolos de instrumentación.

Respecto al paso 4, se pueden guardar en una librería denominada *instrumentación.lib*.

Se puede crear un componente nuevo y los otros dos parten del componente anterior. En este caso hay que modificar el texto *Volt* por *Amp* y hacer clic en "Guardar elemento actual en la biblioteca cargada actual" (icono f de la figura 5.2).

5.6.3. Editar módulo: modificar uno disponible

También se puede crear un nuevo módulo desde otro módulo ya existente, se puede realizar el mismo proceso que el seguido en *LibMod* (debido a que la opción de importar no funciona correctamente):

1) Hacer clic en "Seleccionar biblioteca de trabajo" (icono a de la figura 5.5): hay que indicar la librería en donde se encuentra el componente; es decir, librería de origen.

2) Hacer clic en "Abrir módulo a partir de una biblioteca" (icono f de la figura 5.5): seleccionando el componente que se va a copiar.

3) Repetir el paso 1, pero ahora se indica la librería de destino.

4) Hacer clic en "Guardar módulo en la biblioteca de trabajo" (icono b de la figura 5.5).

Es importante realizar una copia de seguridad de la librería, ya que si se guardan las modificaciones se sobrescribe sobre la librería original.

Se parte del esquema realizado en el apartado 3.4.2, formado por válvulas de vacío. Los componentes nuevos a crear son: el zócalo para la válvula y el condensador *C9* por uno de mayor tamaño que no se encuentra en los módulos disponibles.

 © Alfaomega - RC Libros

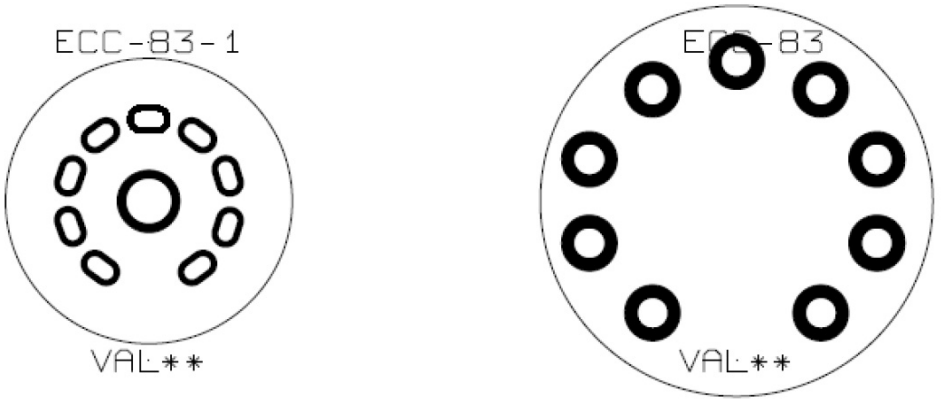


Figura 5.26. Módulo ECC-83-1 y nuevo módulo ECC-83.

Para el diseño del nuevo zócalo, se parte del módulo *ECC-83-1* y se deben modificar la asignación de pines y el tamaño del módulo, en la figura 5.26 se muestran ambos módulos. Al nuevo componente se le ha denominado como *ECC-83*.

Para el diseño del nuevo condensador, se parte del módulo *CP20* y se deben modificar el tamaño y la separación entre isletas, en la figura 5.27 se muestran ambos módulos. Al nuevo componente se le ha denominado como *CP70*.

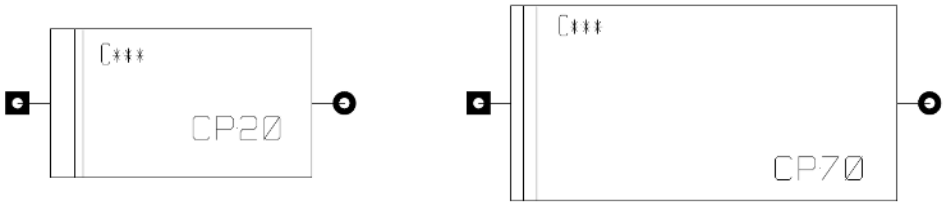


Figura 5.27. Módulo CP20 y nuevo módulo CP70.

© Alfaomega - RC Libros

5.6.4. Crear placa de circuito impreso

El procedimiento de añadir la nueva librería para *Pcbnew* se describió en el apartado 5.6.5 y la forma de añadir la nueva librería para *CvPcb* se describió en el apartado 5.6.4. De todas formas en este apartado se comenta la creación de la placa de circuito impreso del esquema del apartado 3.4.2.

Para facilitar la tarea del lector, se muestran a continuación los módulos que se corresponden con las referencias utilizadas en la representación del esquema:

- *C1*…*C6*: módulo *CP6*.
- *C7* y *C8*: módulo *C2V10*.
- *C9*: módulo *CP70*.
- *C10*: módulo *CP8*.
- *P1*…*P8*: módulo *bornier2*.
- *R1*…*R10*: módulo *R4*.
- *U1*: módulo *ECC-83*.

Comentar que la correspondencia mostrada es la que se utiliza para la creación del *netlist* que servirá de unión entre *Eeschema* y *Pcbnew*; es decir, en *CvPcb*. El tamaño prefijado para el diseño de la placa de circuito impreso es de 150x100 mm (figura 5.28), y se han modificado las isletas por defecto de todos los componentes (es decir, de resistencias y condensadores excepto: *CP70*, *ECC-83* y *bornier2*) para un exterior de 2 milímetros y un taladro de 1 milímetro.

 © Alfaomega - RC Libros

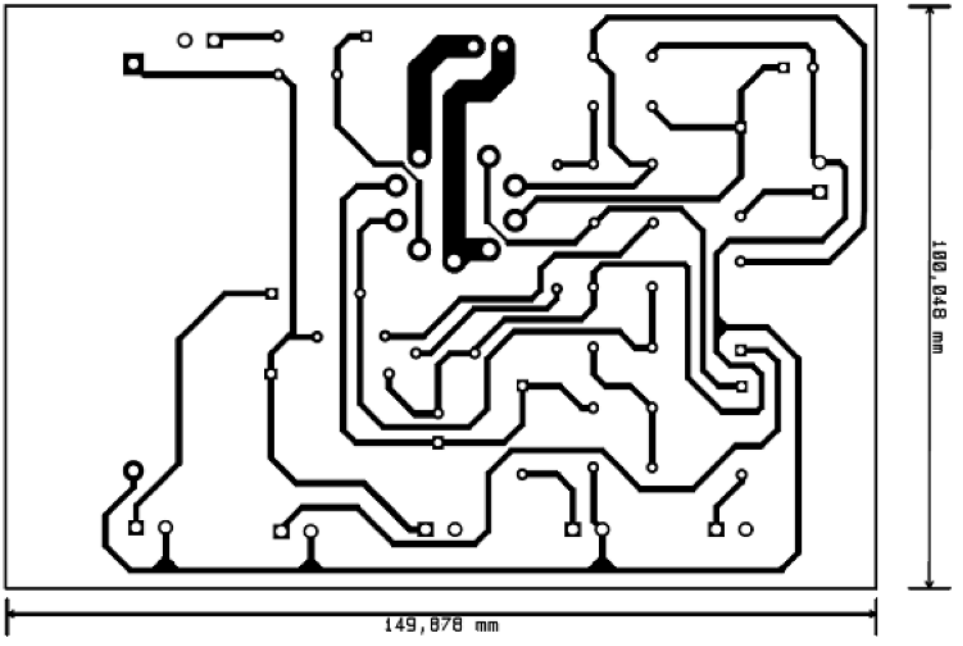


Figura 5.28. Diseño PCB y tamaño placa.

5.7. OBTENER NUEVAS LIBRERÍAS

Desde la página web de descarga de la aplicación, se describe cómo utilizar las nuevas librerías que se distribuyen desde la página web.

Tras acceder a la página web y desde el menú izquierdo haciendo doble clic sobre la opción "Kicad libraries (contrib)", se abrirá una nueva ventana con librerías que han sido aportadas por usuarios. La dirección web que se puede incluir desde la barra de herramientas es: "http://www.kicadlib.org/" (figura 5.29).

Se mostrará una tabla en donde las primeras columnas indican la disponibilidad para *Kicad*: símbolo, representación 3D, módulo, circuito y placa del circuito. En las siguientes columnas se muestra información sobre: categoría, descripción y autor. Las tres primeras columnas son las que están directamente relacionadas con el presente capítulo (ver figura 5.29).

© Alfaomega - RC Libros

Por ejemplo, realizamos la búsqueda en la categoría "Power" y descripción "Transformers, Rectifiers, regulators, etc." (figura 5.29). En donde se puede apreciar que está disponible la librería para *Pcbnew* y su representación en 3D.

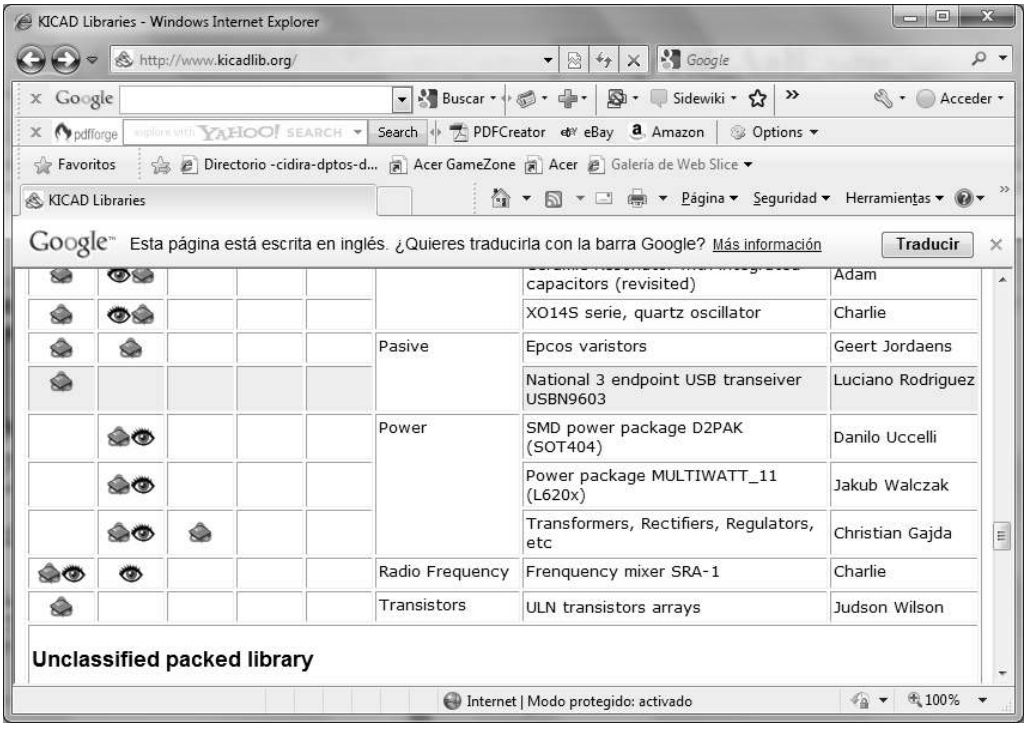


Figura 5.29. Ventana de aportaciones de librerías.

Haciendo clic sobre el icono de descarga, se pueden descargar las librerías en un fichero comprimido, con extensión **.zip*. En el caso particular del ejemplo se descargan dos ficheros:

- *gjda_power_3d.zip*: contiene los ficheros con la representación en 3D, incluyendo el fichero para ser editado con la aplicación *wings* disponible tras la instalación (ver capítulo 6). Se encontrarán tantos ficheros como representaciones en 3D de componentes incluya. Tienen la extensión **.wrl*.

© Alfaomega - RC Libros

- *gjda_power.zip*: contiene el fichero de librería para *Pcbnew* con los módulos disponibles. Tiene la extensión *.*mod*.

El modo de trabajo es descomprimirlo en un directorio y después decirle a la aplicación que dispone de dichos componentes, como se comentó en el apartado 5.5.3 es recomendable crear un directorio con las librerías incluidas, para posteriores reinstalaciones o copias o compartición entre otros usuarios.

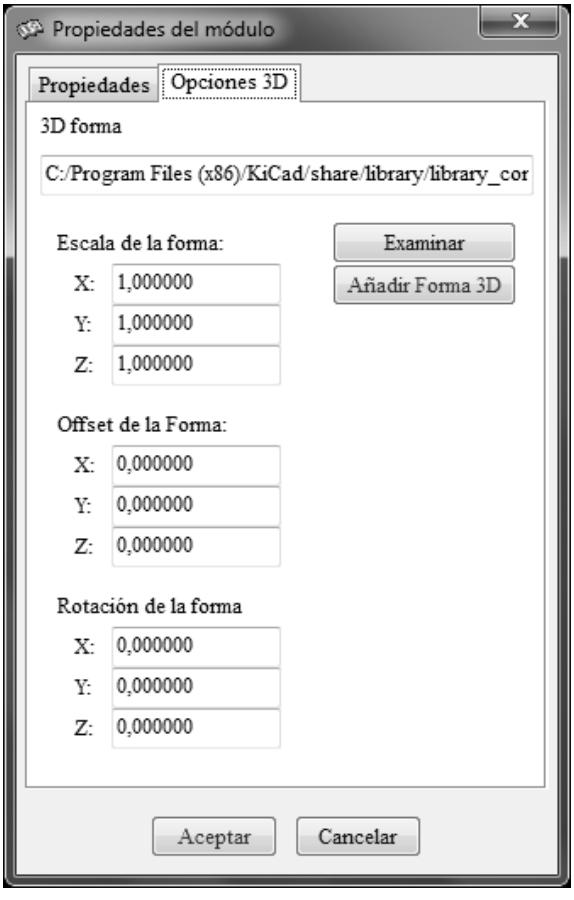


Figura 5.30. Ventana de propiedades del módulo.

El procedimiento para incluir la representación en tres dimensiones es un poco más costoso, porque hay que decirle al módulo (editando el componente

desde *ModEdit*) en propiedades que tiene asociado una representación en 3D. Los pasos a seguir son:

1) Descomprimir el fichero en el directorio correspondiente.

2) Indicar a la *Pcbnew* (o *Eeschema* si fuera una librería de símbolos) que dispone de una nueva librería.

3) Abrir *Modedit* y entrar en propiedades (también se puede realizar desde la ventana de edición de *Pcbnew*), de las dos pestañas hay que seleccionar "Opciones 3D" (figura 5.30).

4) Hacer clic en "Examinar" y se abrirá una ventana de búsqueda de Windows, en donde hay que seleccionar el fichero de extensión **.wrl* que corresponde con la representación en 3D.

5) Ajustar los valores de: escala, offset y rotación, para que se ajuste la representación en 3D con su módulo.

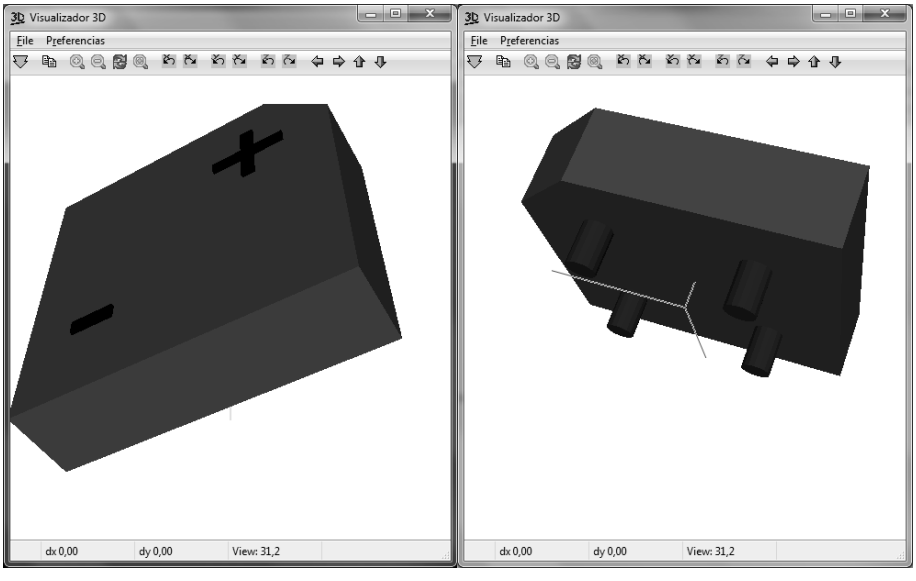


Figura 5.31. Visión en 3D del puente rectificador.

© Alfaomega - RC Libros

En la figura 5.31 se muestra un ejemplo realizado con las librerías descargadas, en donde se ha utilizado el módulo *Bridge3* correspondiente a un puente rectificador. La representación en 3D se corresponde con el fichero *bridge-carre.wrl*. Los ajustes a realizar (solo se muestran los cuadros de texto a modificar):

- Escala de forma: X=2, Y=2.
- *Offset*: X=-0,05, Y=0,05

5.8. ACTIVIDADES

1. Cree un nuevo símbolo para ser utilizado por *Eeschema*, correspondiente a un transistor Darlington. Cree el nuevo símbolo a partir del símbolo NPN y/o PNP.

2. Cree un nuevo módulo para ser utilizado en *Pcbnew* como los taladros de sujeción. Cree el nuevo módulo a partir del módulo *PIN1*.

3. Cree desde cero un nuevo módulo para ser utilizado en *Pcbnew*, para ser utilizado por un puente rectificador monofásico tipo *SOD28*. Las medidas en milímetros se muestran en la figura 5.32.

4. Cree una librería con los símbolos de la figura 5.33, que aunque no son normalizados pueden ser útiles para su representación en ciertas documentaciones. Guárdelos en una librería denominada símbolos.lib.

5. A partir del fichero de librerías descargado y comentado en el apartado 5.8, edite la librería con *Modedit* y asocie cada módulo con su representación en 3D. Ajuste como considere oportuno las opciones en 3D, para que se corresponda con su módulo creado en el ejercicio 3.

© Alfaomega - RC Libros

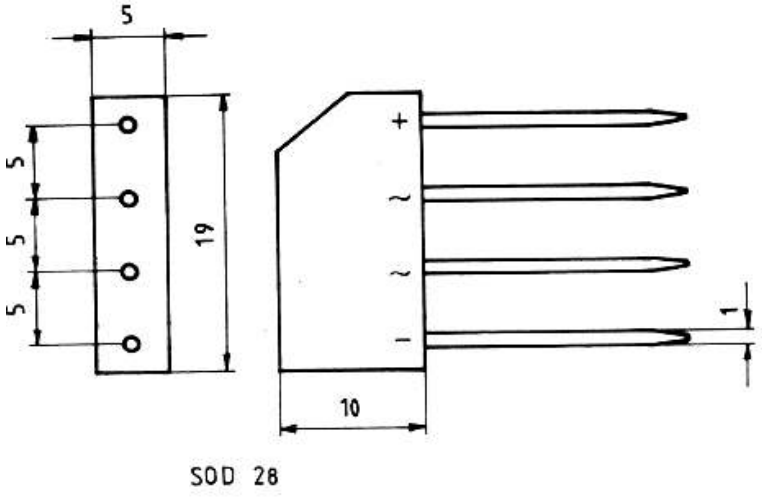


Figura 5.32. Puente rectificador SOD28.

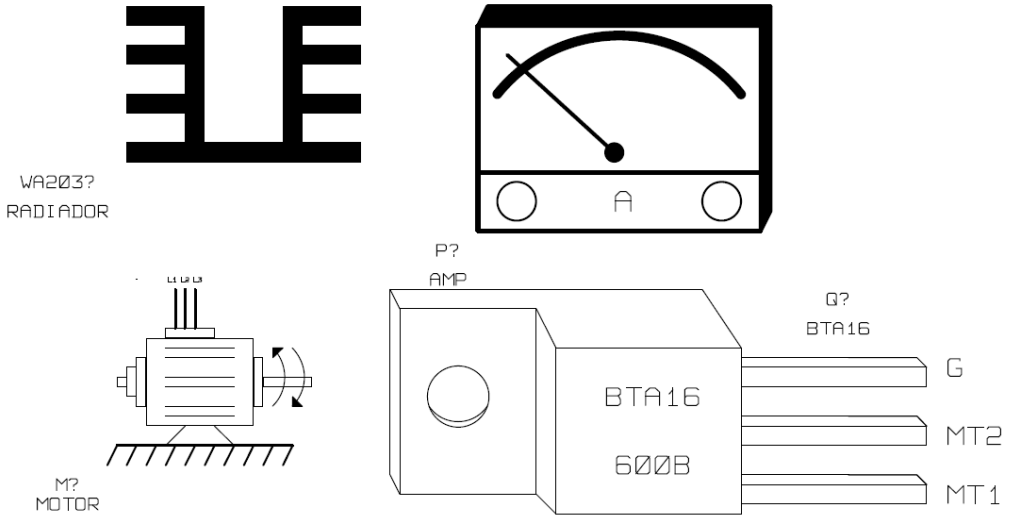


Figura 5.33. Colección de símbolos.

© Alfaomega - RC Libros

CAPÍTULO 6

EDICIÓN Y REPRESENTACIÓN EN 3D

6.1. INTRODUCCIÓN

Se va a describir el proceso de edición de nuevos componentes para la representación en 3 dimensiones (3D).

Cada módulo lleva asociado una representación en 3D, aunque también se puede modificar dicha asociación como se comentará en el apartado 6.4. Como ya está disponible en la aplicación de una serie de representaciones de componentes en 3D, como resistencias, condensadores, diodos, transistores, etc.

En consecuencia también se comenta cómo modificar otras representaciones ya disponibles.

6.2. APLICACIÓN DE EDICIÓN DE COMPONENTES EN 3D

Para crear la representación en tres dimensiones, se utiliza una aplicación *wings*, disponible en el directorio "C:\Kicad\Wings3D" tras la instalación de *Kicad*.

La aplicación no se encuentra operativa y, por lo tanto, se debe instalar la aplicación, aunque están disponibles los ficheros necesarios. Para ello se dispone del ejecutable: *wings-0.98.34.exe* si se tiene instalado *Windows* o *wings-0.98.34-linux.run.gz si* se tiene instalada alguna de las distribuciones Linux. En la última versión autoejecutable no se encuentra la aplicación, sino que en el directorio de *Kicad* se dispone de acceso directo a la página web de *wings*: "http://www.wings3d.com/" (figura 6.3).

También se encuentra un manual general de la aplicación, que se encuentra en el propio directorio, en formato *pdf*: *wings3d_manual1.6.1.pdf*.

En la figura 6.1 se puede ver la ventana de la aplicación con el componente *cristal_hc18u_vertical_wings*.

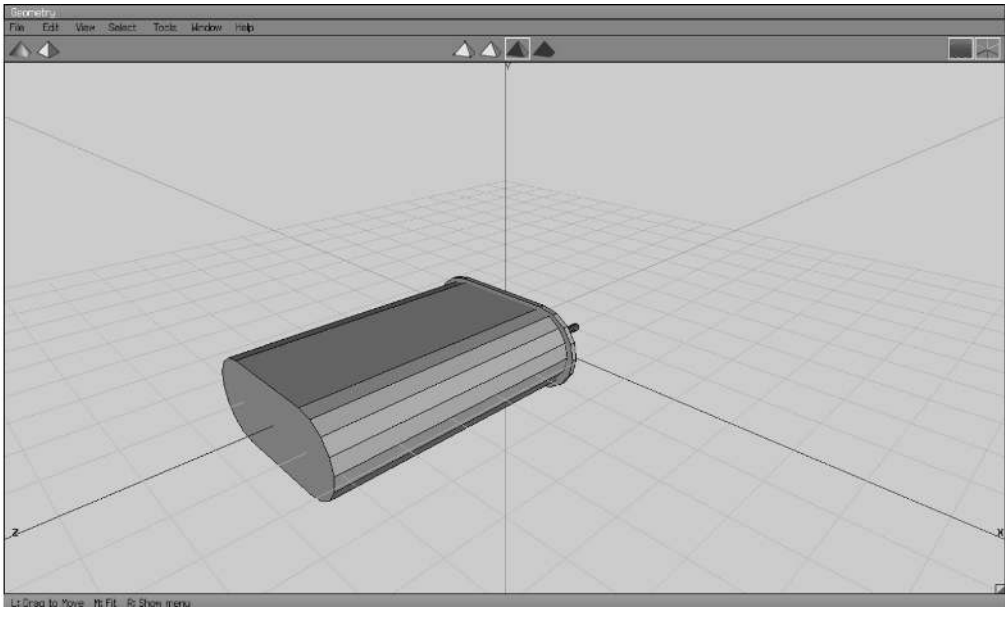


Figura 6.1. Ventana wings.

A continuación, se detallan las nociones básicas para que el lector pueda comenzar a trabajar con *Wings*. Hay que comentar que para la aplicación no está disponible la traducción al castellano de los menús, por lo que se describen en inglés (para cambiar el idioma hay que hacer clic en

 © Alfaomega - RC Libros

"Edit/Preferences" y en la ventana emergente se modifica en la pestaña "User Interface").

El elemento principal de trabajo es el ratón. Por lo tanto, antes de empezar a trabajar se debe seleccionar el tipo de ratón (si es de dos o tres botones), para ello hay que hacer clic en "Edit/Preferences" y en la ventana emergente se modifica en la pestaña "Camera".

Las acciones que se realizan con los botones del ratón son:

- El botón derecho del ratón da acceso al menú de acciones disponibles, dicho menú dependerá del elemento seleccionado.

- El botón izquierdo del ratón se utiliza para seleccionar objetos (vértice, lado, línea, etc.). Haciendo clic sobre el componente, se selecciona el objeto y se pueden seleccionar tantos objetos como se desee, para deseleccionarlo hay que hacer de nuevo clic sobre el componente. También se puede deseleccionar todo lo seleccionado pulsando la barra espaciadora.

- El botón central se utiliza para desplazar el ángulo de visión en la pantalla, para ello se pulsa el botón central y a continuación moviendo el ratón cambia el ángulo de visión. Para finalizar la acción, hay que pulsar el botón izquierdo del ratón o cualquier tecla del teclado. En el caso de no disponer de un ratón con botón central esta acción se realiza pulsando la tecla *Ctrl* y el botón derecho del ratón.

Una opción interesante es cambiar el modo de visión en tres dimensiones desactivando los ejes que no sean necesarios, para ello se pulsan las teclas: *X*, *Y* o *Z* (dependiendo del eje que se desee eliminar). Después se activan pulsando la tecla *SHIFT* y la tecla correspondiente al eje desactivado (*X*, *Y* o *Z*). Es decir, se modifica la visualización de tres dimensiones a dos dimensiones.

El modo de trabajo es el de añadir una figura, adaptarla a nuestras necesidades y añadir nuevas figuras adaptándolas a nuestras necesidades. Las

© Alfaomega - RC Libros

figuras disponibles son: cubo, cilindro, cono, etc. (todas figuras geométricas). Para añadirlas hay que hacer clic con el botón derecho del ratón sobre la ventana y seleccionar la figura que se desee de las que aparecen en el menú emergente (se selecciona con el botón izquierdo del ratón). La figura que aparecerá se centrará en el eje de coordenadas de los tres ejes.

Para modificar la figura, hay que seleccionar el objeto a modificar, tal y como se indica a continuación:

- Vértice: seleccionar la opción de "vertices" (punto *a* de la figura 6.2).
- Líneas: seleccionar la opción de "edges" (punto *b* de la figura 6.2).
- Lado: seleccionar la opción de "faces" (punto *c* de la figura 6.2).
- Figura: seleccionar la opción de "body" (punto *d* de la figura 6.2).

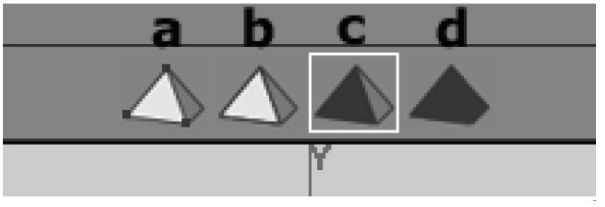


Figura 6.2. Barra de herramientas superior.

Una vez seleccionado el objeto, se puede modificar, para ello hay que hacer clic con el botón derecho del ratón y seleccionando las acciones del menú desplegable:

- "move": para desplazar el objeto. Permite moverlo de forma libre ("Free") sobre la pantalla mediante el uso del ratón, o sobre alguno de los ejes (*X*, *Y* y *Z*) mediante el uso del ratón.
- "rotate": para girar el objeto. Permite girarlo de forma libre o tomando como referencia cualquiera de los ejes, mediante el uso del ratón.

© Alfaomega - RC Libros

- "scale": para modificar el tamaño del objeto. Permite ampliarlo o reducirlo de forma libre o tomando como referencia cualquiera de los ejes, mediante el uso del ratón.

Finalmente hay que guardar el componente, para ello hay que hacer clic en "File/Save As…". Aunque para poder ser utilizado por *Kicad* se debe guardar como formato *VRML*, para ello hay que hacer clic en "File/Export/VRML 2.0 (*.wrl)".

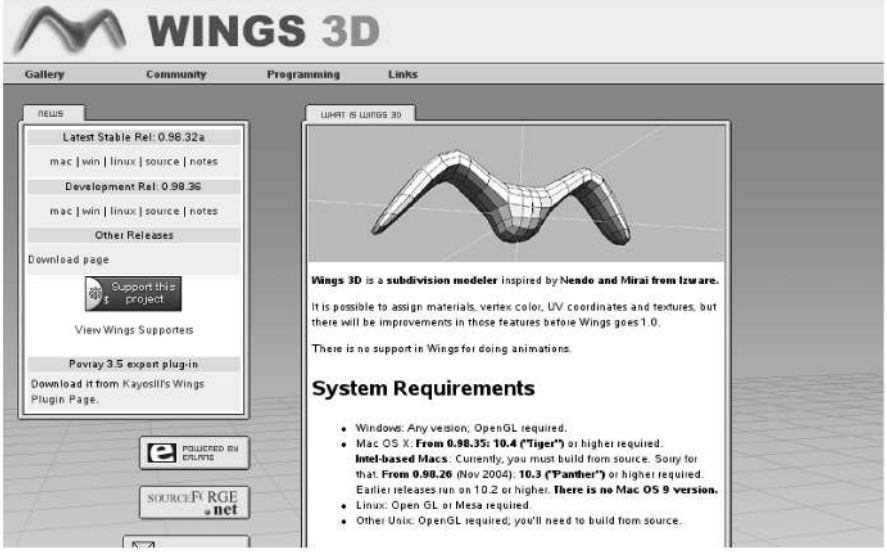

WINGS 3D
Gallery
Community
Programming
Links
news
Latest Stable Rel: 0.98.32a
mac | win | linux | source | notes
Development Rel: 0.98.36
mac | win | linux | source | notes
Other Releases
Download page
Support this project
View Wings Supporters
Povray 3.5 export plug-in
Download it from Kayosiii's Wings Plugin Page.
WHAT IS WINGS 3D
Wings 3D is a subdivision modeler inspired by Nendo and Mirai from Izware.
It is possible to assign materials, vertex color, UV coordinates and textures, but there will be improvements in those features before Wings goes1.0.
There is no support in Wings for doing animations.
System Requirements
Windows: Any version, OpenGL required.
Mac OS X: From 0.98.35: 10.4 ("Tiger") or higher required.
Intel-based Macs: Currently, you must build from source. Sorry for that. From 0.98.26 (Nov 2004): 10.3 ("Panther") or higher required.
Earlier releases run on 10.2 or higher. There is no Mac OS 9 version.
Linux: Open GL or Mesa required.
Other Unix: OpenGL required; you'll need to build from source.

Figura 6.3. Pantalla principal de la página web de wings3d.

Es decir, los ficheros utilizados para la representación en tres dimensiones en *Kicad* tienen la extensión **.wrl*. Comentar que el proceso de creación de nuevos símbolos en tres dimensiones no es complicado, en los párrafos anteriores se han dado las notas básicas para crearse sus propios componentes. Puede parecer costoso puesto que requiere mucho tiempo, pero con el tiempo y con la práctica reducirá el tiempo de creación. Por lo tanto tranquilizar al lector que el diseño en tres dimensiones utilizado para *Kicad* es más sencillo que otras representaciones en tres dimensiones (simplemente vea el manual en pdf de la aplicación), por ejemplo para un condensador se utiliza un cilindro para el cuerpo y dos rectángulos para las patillas de conexión (o

dos cilindros). Para más información sobre la aplicación, puede consultar la web del creador: www.wings3d.com (figura 6.3).

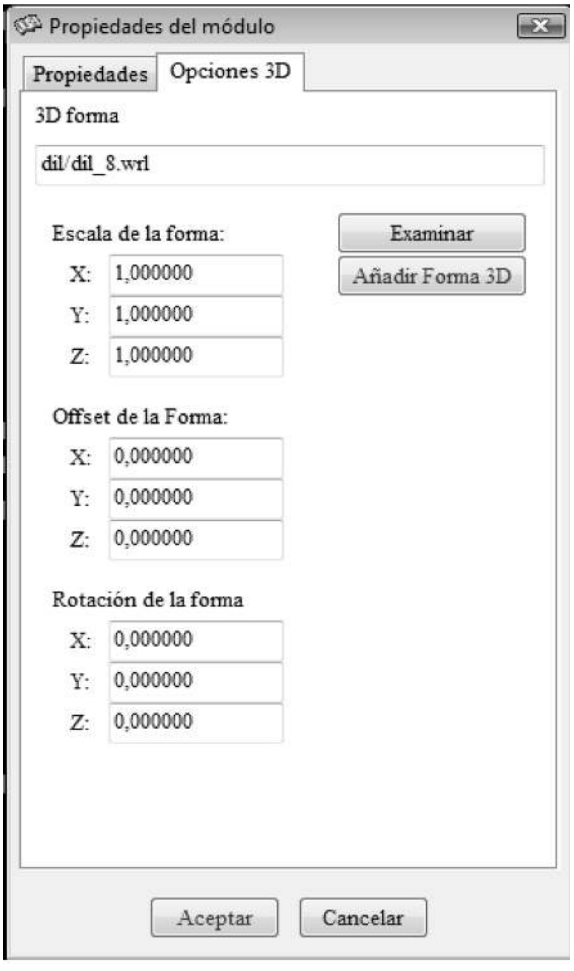


Figura 6.4. Ventana de propiedades.

6.3. FICHEROS

Las librerías que se utilizan en *Kicad* para la representación en 3D (aplicación *wings3d*) se encuentran en el directorio: "C:/Archivos de programa/kicad/library/modules/packages3d". Los ficheros utilizados por

© Alfaomega - RC Libros

Wings para la representación en 3D tienen la extensión *.*wrl*. La única forma de visualizar los ficheros es utilizando la aplicación wings.

6.4. ASOCIACIÓN DE NUEVA REPRESENTACIÓN EN 3D

Una vez se ha generado el componente hay que asociar dicho componente en tres dimensiones con un *footprint* o huella desde el editor de placas de circuito impreso (*Pcbnew*). Para ello hay que acceder a la ventana de propiedades del módulo (figura 6.4), se accede a dicha ventana haciendo doble clic sobre el módulo (*footprint* o huella).

A continuación, hay que acceder a la pestaña "Opciones 3D" y en el cuadro de texto "3D forma" aparecerá el símbolo que se utilizará en la representación en tres dimensiones. Si se desea cambiar o asociar a otra representación (por ejemplo, una nueva creada) hay que hacer clic en el botón "Examinar" y buscar el símbolo deseado.

6.5. EJEMPLO DE MODIFICACIÓN DE LA REPRESENTACIÓN EN 3D

Este apartado explica cómo modificar una representación de un componente en 3D para adaptarlo al nuevo módulo creado.

Se parte del módulo creado *CP70* en el apartado 5.7.3, puesto que utilizando dicho componente y ejecutando la visualización en 3D, se mostrará la representación asociada al componente modificado *CP20*.

En el caso de crear el componente desde cero, al ejecutar la visualización en 3D se mostrará solo las isletas del módulo.

Si accede a la ventana de propiedades del módulo *CP20,* podrá ver la representación en 3D asociada y que por defecto (al ser una modificación) se le ha asociado a *CP70*.

La representación se encuentra en el fichero "c_pol.wrl", el cual se encuentra en el directorio: "C:/Archivos de programa / kicad / library / modules / packages3d / discret".

© Alfaomega - RC Libros

Pero al contrario de lo que puede parecer, en este caso no hay que crear una nueva representación para *CP70*, sino modificar el tamaño de la representación de base (que se encuentra en el fichero comentado en el párrafo anterior).

Hay que conocer las dimensiones que tiene el nuevo módulo creado; en la figura 6.5 se muestran las cotas del nuevo módulo.

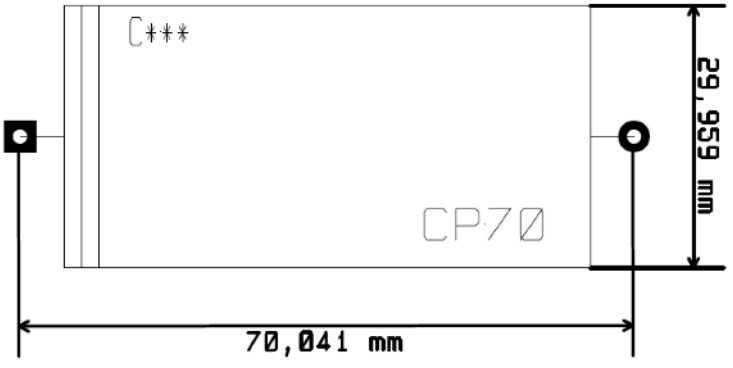


Figura 6.5. Cotas del nuevo módulo CP70.

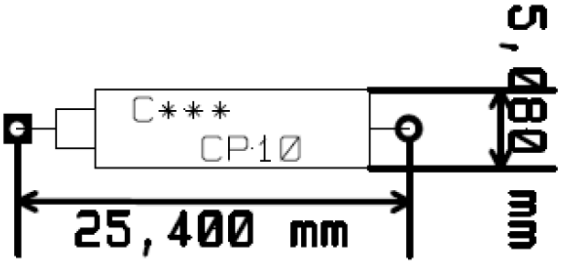


Figura 6.6. Cotas del módulo CP10.

Para saber el cambio de escala, hay que escoger el módulo que contenga la escala inicial, puede buscar entre las medidas de otro componente de escala 1:1, en este caso se trata del módulo *CP10* cuyas cotas se muestran en la figura 6.6.

© Alfaomega - RC Libros

El siguiente paso es establecer una regla de tres para determinar la escala de los ejes teniendo en cuenta su representación en 3D (figura 6.7), así pues se calcula la escala para el eje x:

$$\begin{aligned} 1 &\rightarrow 25{,}10 \\ x &\rightarrow 70{,}04 \end{aligned} \qquad x = \frac{70{,}04}{25{,}10} = 2{,}79$$

Para modificar la escala, hay que acceder a la ventana de propiedades del módulo y en la pestaña "Opciones 3D" se modifica la escala rellenando los cuadros de texto de "Escala de la forma" (figura 6.4). Se introduce la escala obtenida en el cuadro de texto *X*.

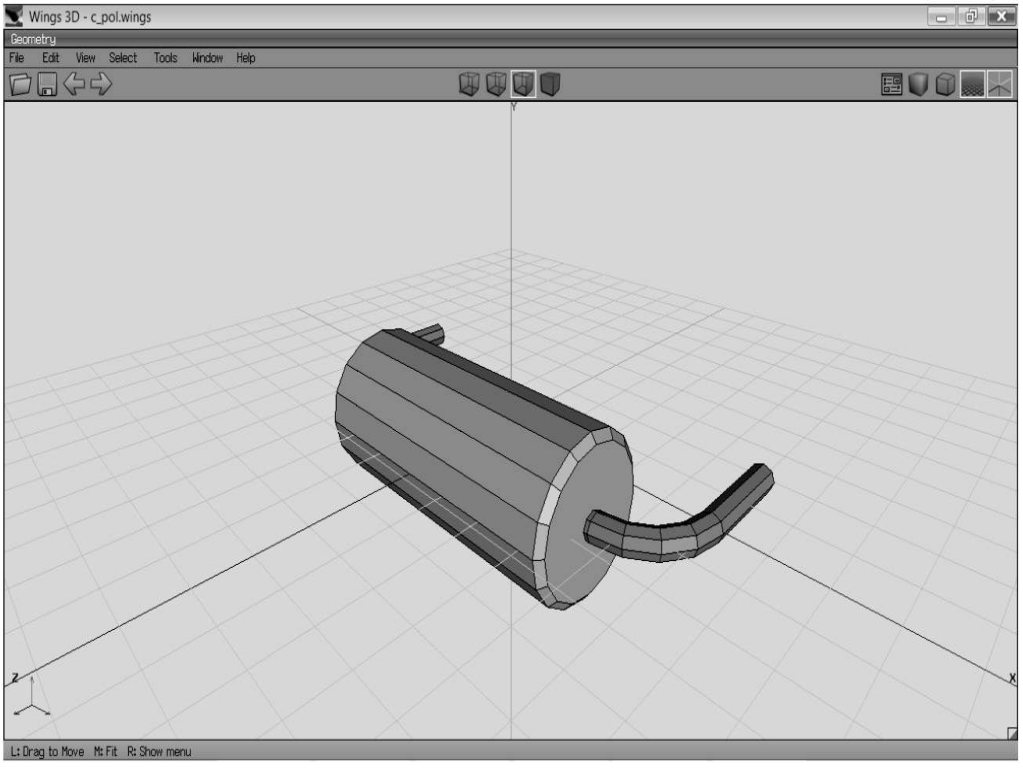


Figura 6.7. Representación en 3D de c_pol.wrl.

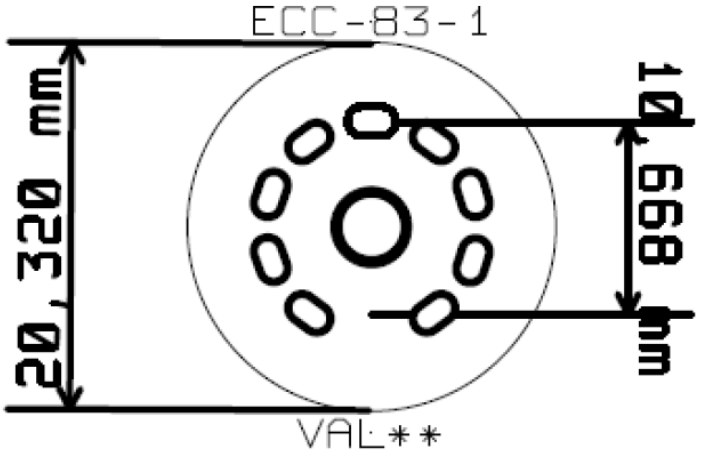


Figura 6.8. Cotas del módulo ECC-83-1.

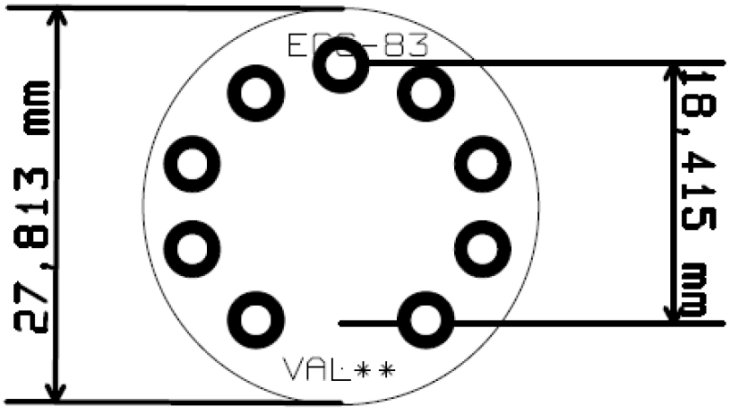


Figura 6.9. Cotas del nuevo módulo ECC-83.

De forma similar se podría trabajar con el módulo *ECC-83* que se ha creado en el apartado 5.7.3. Así pues, se muestra en la figura 6.8 las cotas del módulo *ECC-83-1* y en la figura 6.9 las cotas del módulo *ECC-83*. Con dichas cotas se obtiene la modificación de la escala a realizar mediante la regla de tres para los ejes x e y:

© Alfaomega - RC Libros

$$\begin{array}{l} 1 \rightarrow 10{,}67 \\ x \rightarrow 18{,}41 \end{array} \qquad x = \frac{18{,}41}{10{,}67} = 1{,}72$$

Entonces tras crear la placa de circuito impreso del apartado 5.7.4 en donde anteriormente se habían modificado dos módulos, si se ejecutaba la representación en 3D aparecían desproporcionados, la representación con los dos módulos sin modificar la escala se muestra en la figura 6.10 y la representación con los dos módulos, modificada la escala, se muestra en la figura 6.11.

Al realizar los cambios de escala anteriormente mencionados (figura 6.11) se puede apreciar las diferencias respecto al condensador y la válvula, al compararlo con el resultado de la figura 6.10. También se muestra en la figura 6.12 una ampliación por la parte inferior de la representación en 3D de la placa de circuito impreso, centrada en la representación de la válvula (el módulo creado *ECC-83*).

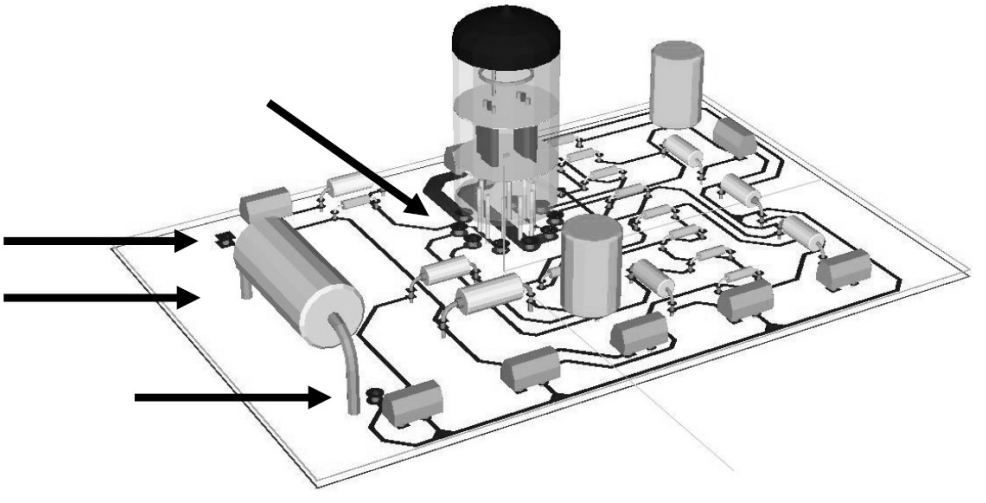


Figura 6.10. Visualización en 3D sin modificar escala.

© Alfaomega - RC Libros

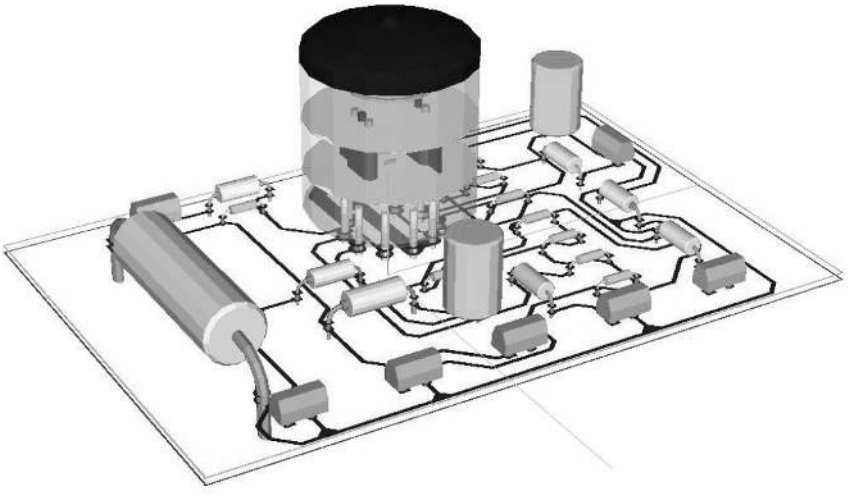


Figura 6.11. Visualización en 3D con modificación de escala.

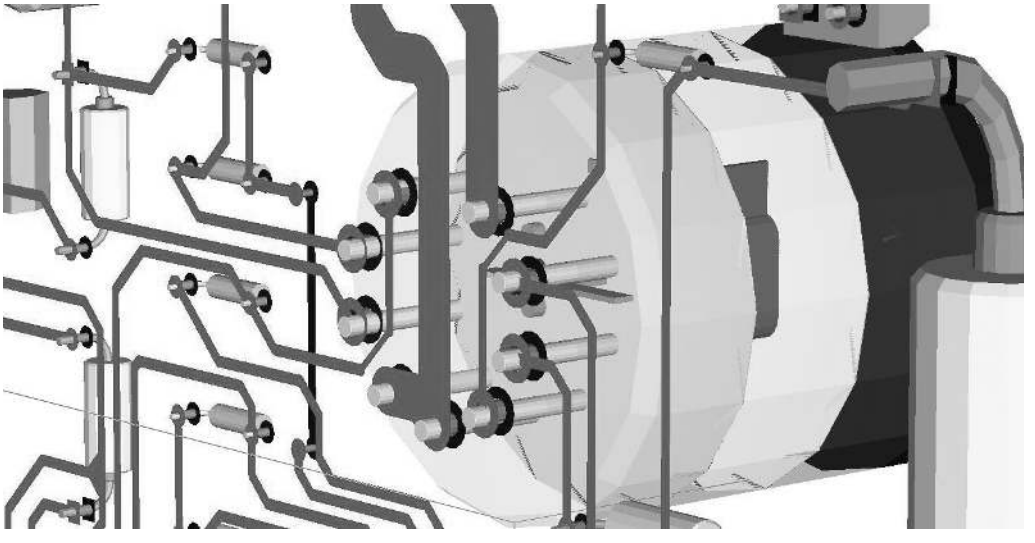


Figura 6.12. Vista inferior de la representación en 3D centrada en la representación de la válvula.

© Alfaomega - RC Libros

Se incluyen unas flechas en la figura 6.10 para señalar los principales puntos a modificar; es decir, para que la representación en 3D se corresponda con las isletas del nuevo módulo creado.

Las modificaciones realizadas en este apartado no tienen efecto eléctrico sobre la placa de circuito impreso, pero se trata de una opción de visualización para adjuntar a la documentación.

6.6. OBTENER NUEVAS LIBRERÍAS I

En el apartado 5.8 se comentó la opción de descargarse nuevas librerías disponibles desde la página web: http://www.kicadlib.org/.

Entonces se pueden obtener representaciones en 3D de símbolos y módulos ya disponibles, en consecuencia resulta interesante que si ya se dispone de la representación en 3D, no será necesario el crear nuevas representaciones.

Figura 6.13. Componente XY128.

Por ejemplo, desde la clasificación "Various funtions" dentro de la sección "Unclassified packed library", con la descripción "Many components, footprints and beautiful 3D". Si hace clic sobre el icono de la columna de representación en 3D, se abrirá una nueva ventana en el navegador en donde se muestran una serie de nuevas representaciones en 3D para módulos.

Desplácese hasta encontrar la representación denominada "Terminal block XY128V-A", y podrá descargarse los ficheros de extensión *.*wrl* con la representación de conectores de 2 y 3 bornes en un fichero comprimido (*xy128.zip*). El componente *XY128* se muestra en la figura 6.13.

También puede acceder directamente introduciendo la siguiente dirección web: http://www.kicadlib.org/Fichiers/Ludek_libraries.html.

La representación que ofrece el fichero descargado tiene más detalle que el que se ofrece por defecto para los conectores. Para ello se va a modificar el fichero *Amplificador_Radioreceptor.pro*, en donde se cambiará la representación en 3D de los conectores utilizados.

El módulo que se utiliza para los conectores es *bornier2* y la representación es *bornier_2.wrl*, la cual se sustituye por *bornier_XY128V_2.wrl*. Para modificar la representación en 3D, hay que situar el cursor sobre el módulo desde la ventana de edición de *Pcbnew* y pulsar el botón derecho del ratón, a continuación en el menú "Footprint" se selecciona "Editar" y se abrirá la ventana de edición de módulo, a continuación se sustituye la representación en 3D en la pestaña "Opciones 3D". También se podrían haber realizado los cambios desde *ModEdit* (como se describió en el apartado 5.8).

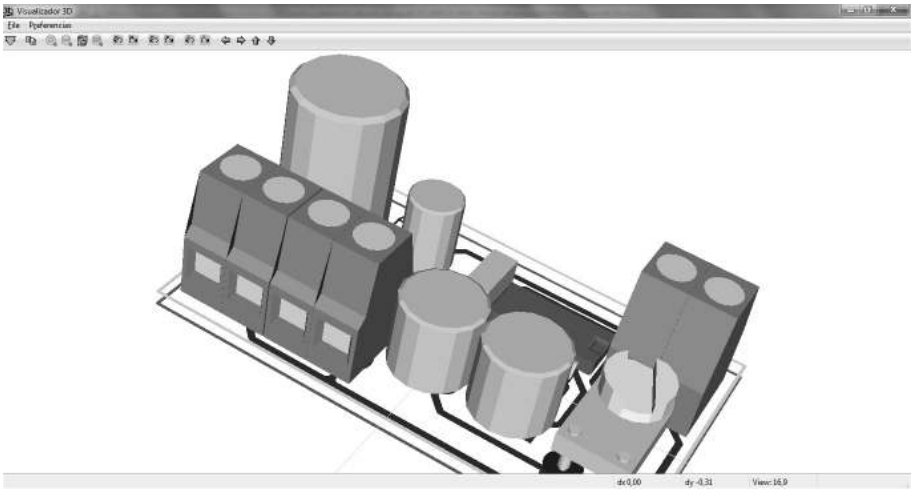


Figura 6.14. Visualización en 3D del cambio de representación de conectores.

 © Alfaomega - RC Libros

En la figura 6.14 se muestra la nueva representación de la placa de circuito impreso, si se compara la representación con la realizada con el valor por defecto de la figura 5.29, podrá ver la pequeña mejora que se ha obtenido.

6.7. OBTENER NUEVAS LIBRERÍAS II

Tanto en el apartado 5.8 como en el 6.6 se ha mostrado una dirección web para la descarga de nuevas librerías, pero en este apartado se muestra otra dirección web con librerías para: *Eeschema*, *Pcbnew* y su representación en 3D. La dirección web es: http://smisioto.no-ip.org/sysop/kicad.htm.

Del mismo modo otra dirección con librerías para *Eeschema* y *Pcbnew* es: http://library.oshec.org/. Al acceder a la página web se mostrará una tabla, en donde la primera columna incluye el nombre de la librería, la segunda los ficheros para la aplicación y la tercera un fichero con las librerías comprimidas, en las dos columnas restantes se muestran el tamaño del fichero comprimido y la fecha de creación. En la columna de ficheros se encuentran dos ficheros: "Package" (librería con los módulos para *Pcbnew*, de extensión *.*mod*) y "Symbol" (librería con los símbolos para *Eeschema*, de extensión *.*lib*).

Otra dirección es: http://www.reniemarquet.cjb.net/bibliotecas.html con una buena colección de representaciones en 3D además de la importación de símbolos y módulos de la aplicación *Eagle*.

Por ejemplo, accediendo al módulo y la representación en 3D, en donde se indica en la descripción "Objeto para colocar placa na visão 3D em 4 cores diferentes (veja vídeo tutorial no tópico Manuais)" de *Renie S. Marquet*, se utiliza para incluir la representación gráfica de la propia placa de circuito impreso (que aparece transparente por defecto). Se dispone de la misma representación en 4 colores (el más representativo es el de color verde). Se descarga en un fichero comprimido (extensión *.*zip*): *f_2_placas.zip* (contiene un módulo utilizado de referencia en *Pcbnew* y al que se le asociará la representación en 3D) y *r_placas.zip* (contiene los ficheros con las representaciones individuales de un cuadrado que al modificar el tamaño se incluirán como la placa de circuito impreso).

© Alfaomega - RC Libros

El procedimiento de utilización del módulo y la representación descargada, es situar el módulo en la parte central de la placa (centro de los límites establecidos), después se le asocia la representación en 3D (fichero de extensión *.*wrl*), y finalmente se modifica en sus propiedades la escala para ajustarla al tamaño.

El módulo descargado se denomina *PLACA-PCB* y se sitúa en el centro. Para colocarlo puede ser útil modificar el eje de coordenadas para que el extremo inferior izquierdo de la placa de circuito impreso coincida con el eje de coordenadas (0,0); para modificar el eje de coordenadas se sitúa el cursor en donde se desee que se sitúe el origen y se pulsa la barra espaciadora, entonces de forma instantánea cambiará. Para la elección de la escala, hay que tener en cuenta que la representación utilizada tiene unas medidas de 10 x 10.

Se va a proceder a añadir la representación en 3D de la placa de circuito impreso del diseño del apartado 5.8 y en donde se han retocado los conectores en el apartado 6.6, se corresponde con el fichero *Amplificador_Radioreceptor.pro*.

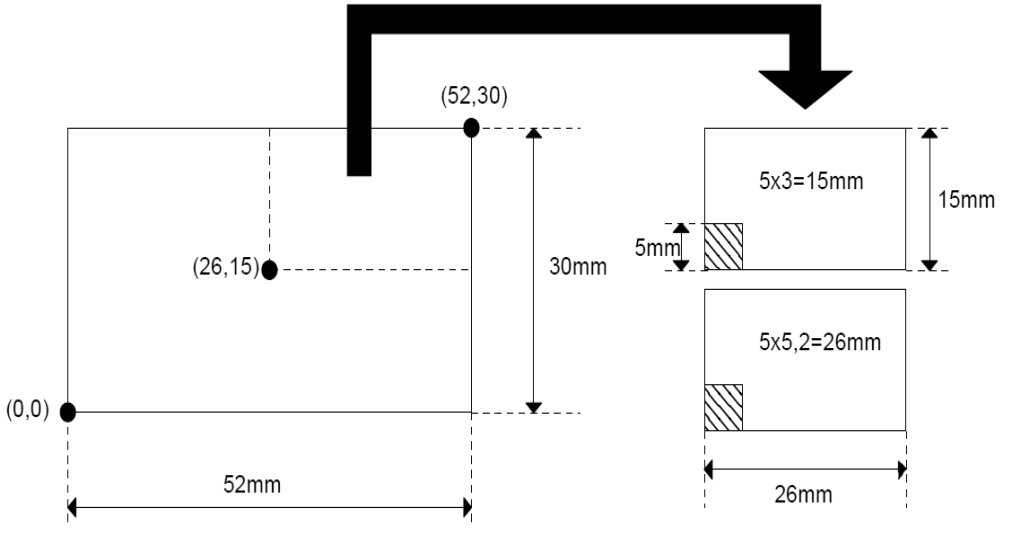


Figura 6.15. Ajuste de tamaño de representación en 3D de la placa de circuito impreso.

© Alfaomega - RC Libros

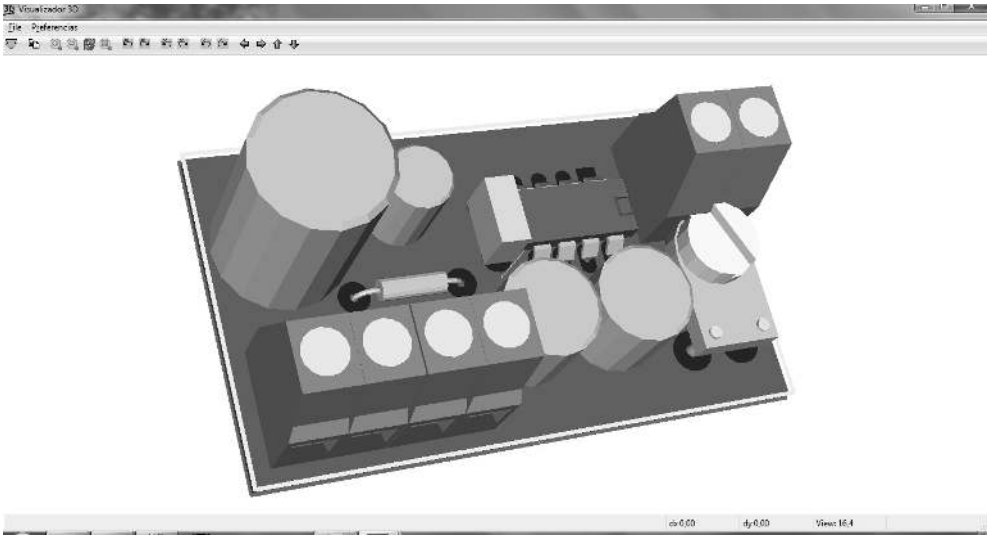


Figura 6.16. Representación en 3D con placa de circuito impreso.

Teniendo en cuenta que el tamaño de la placa de circuito impreso es de 52 x 30, se debe situar el módulo *PLACA-PCB* en el punto (26,25), si se ha establecido el vértice inferior izquierdo como origen. Seleccione la representación *placa.wrl* y ajuste el tamaño aumentando 5,2 veces el eje X y 3 veces el eje Y (figura 6.15). El resultado se muestra en la figura 6.16.

6.8. ACTIVIDADES

1. Cree un nuevo módulo y representación para una resistencia de 9 vatios de potencia, en la figura 6.17 se muestran los valores de medidas, en donde: D es 7,2 milímetros, L es 46 milímetros y d es 0,8 milímetros.

a) Denomine al módulo *R9W* y guárdelo en la librería *discret*.

b) Modifique la representación en 3D utilizada por *R5* (fichero *resistor.wrl*).

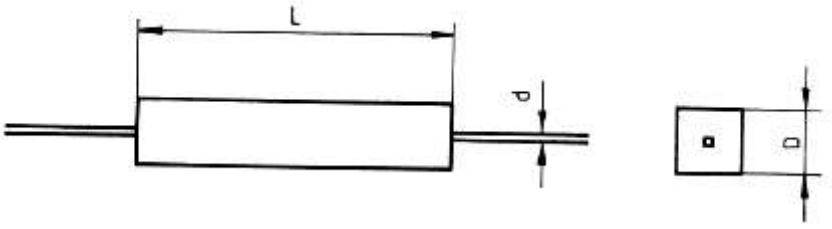


Figura 6.17. Medidas de resistencia.

2. Realice el circuito *Amplificador_Radioreceptor.pro*, que se ha utilizado en los capítulos 5 y 6. Incluya algunas mejoras estéticas a partir de las librerías disponibles en internet (véanse apartados 6.6 y 6.7) y cambie:

- Los condensadores electrolíticos por unos más parecidos a la realidad.
- El potenciómetro.
- Incluya el integrado con un zócalo.

3. Diseñe una pequeña fuente de alimentación, el circuito se muestra en la figura 6.18. Realice:

- El esquema en *Eeschema*.
- La asociación de símbolos con los módulos (*netlist*).
- Diseñe la placa de circuito impreso (seleccione el tamaño que considere oportuno).
- Incluya los taladros.
- Asocie los módulos a la representación en 3D.
- Incluya la representación de la placa de circuito impreso en la representación en 3D.

© Alfaomega - RC Libros

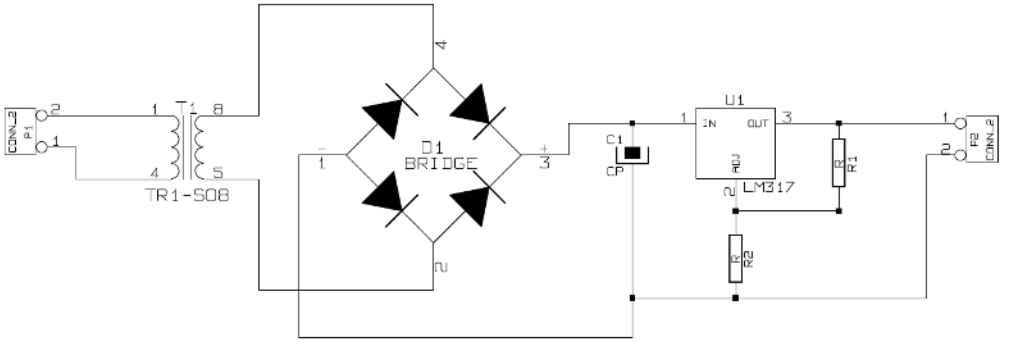


Figura 6.18. Circuito de fuente de alimentación con LM317.

4. Realice las modificaciones del ejercicio 3 teniendo en cuenta que se debe colocar un radiador con *LM317*. Además, debe estar incluido dentro de los límites de la placa de circuito impreso.

5. Realice las modificaciones del ejercicio 3 teniendo en cuenta que una de las resistencias se ha sustituido por un potenciómetro y así obtenga una fuente de alimentación de tensión variable. En la figura 6.19 se muestra el circuito básico ofrecido por el fabricante.

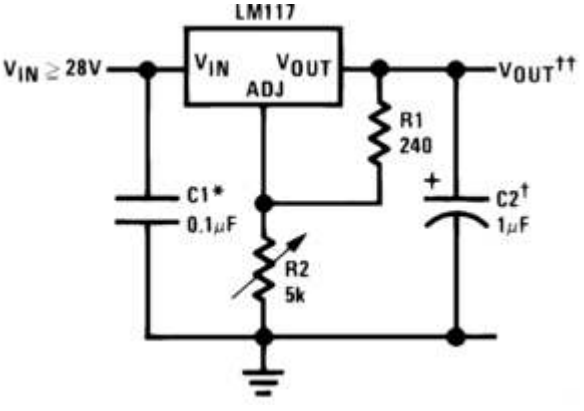


Figura 6.19. Circuito de fuente de alimentación LM317 con salida variable.

6. Revise las direcciones de internet que se comentan en los apartados 6.6 y 6.7, y conteste a las siguientes cuestiones:

a) ¿Cree que tiene suficientes símbolos, módulos y representación en 3D para la realización de cualquier diseño de una placa de circuito impreso?

b) Si creará una librería, módulo, representación en 3D o símbolo, ¿lo distribuiría en internet?

c) Qué cree que es más eficiente: crearse sus propias librerías, utilizar las disponibles, crearse sus propias librerías con componentes ya creados y más utiliz**a**dos, etc. Justifique la respuesta.

© Alfaomega - RC Libros

CAPÍTULO 7

IMPLEMENTACIÓN FÍSICA DEL DISEÑO

7.1. INTRODUCCIÓN

Una vez se ha diseñado la placa de circuito impreso con *Kicad*, el último paso consiste en pasar de la pantalla del ordenador a la realidad; es decir, implementar el diseño sobre la placa de cobre. Este paso es denominado como postproceso.

En *Kicad* se puede realizar mediante archivos *Gerber* que serán enviados a una fábrica para crear placas de circuito impreso, es muy útil cuando se realiza de forma profesional y se tienen que crear una gran serie de placas. La otra opción es imprimir sobre un fotolito e implementarlo de forma manual mediante los distintos modos disponibles por parte del diseñador.

La segunda opción es la que puede resultar más interesante para el técnico o aficionado cuando se crea un prototipo o un número reducido de placas, que suele ser lo más usual; también puede resultar interesante para el ingeniero que diseña una placa de circuito impreso para realizar el prototipo y realizar las pruebas pertinentes para verificar su funcionamiento antes de ser encargada su fabricación en serie.

En este capítulo encontrará información sobre los denominados ficheros *Gerber* y la implementación física de la placa de circuito impreso, todo ello realizado con la aplicación *Kicad*.

Finalmente, se incluye un último apartado con nociones básicas sobre el proceso químico de realización de la placa de circuito impreso.

7.2. FICHEROS GERBER EN KICAD

La aplicación *Kicad* es capaz de generar ficheros *Gerber* de forma muy sencilla (apartado 7.2.2) pero antes de describir cómo se crean, se indican algunas nociones básicas sobre los ficheros *Gerber* (apartado 7.2.1).

7.2.1. Los ficheros Gerber

Este tipo de ficheros se utilizan para ser transferidos a la fábrica que creará los diseños realizados en una placa de circuito impreso.

Los ficheros *Gerber* son archivos en formato *ASCII* con coordenadas e instrucciones muy simples. Dichos ficheros son utilizados por máquinas de fabricación asistida por computador (*CAM*) para implementar: las pistas e isletas sobre una placa de circuito impreso virgen; además, contienen toda la información sobre las capas de la placa de circuito impreso, serigrafía y máscara antisoldante, así como el tamaño y la localización de los taladros de la isleta.

Las máquinas *CAM* hacen referencia a máquinas que realizan cualquier proceso de fabricación automática controlada por un ordenador, su origen proviene de las máquinas controladas numéricamente, denominadas inicialmente *CNC* (siglas de control numérico por computador). El *CNC* incluye los procesos de fabricación automática por: fresado, torneado, oxicorte, corte por láser, troquelado y soldadura eléctrica. En la figura 7.1 se muestra una máquina *CAM* comercial.

 © Alfaomega - RC Libros

Figura 7.1. Máquina CAM.

Una ventaja que tiene el uso de ficheros *Gerber* es que son un estándar, que independientemente de la aplicación que se utilice para el diseño de la placa de circuito impreso, se utilizarán ficheros similares que serán enviados para su fabricación.

Para un diseño particular, en el que después se va a imprimir para realizar un fotolito, y después crear una placa de circuito impreso no se hace necesario el disponer de los archivos *Gerber*. Por el contrario si dicho diseño va a ser implementado para realizar una cierta serie de placas de circuito impreso, sí puede ser interesante para ser enviado a un fabricante. Ya que igual con el software que se ha realizado el diseño, el fabricante no lo tiene a su alcance.

A modo de ejemplo se va a mostrar un circuito del programador de microcontroladores que se encuentra en los ficheros de ejemplo al instalar *Kicad* (*pic_programmer*).

© Alfaomega - RC Libros

7.2.2. Generar ficheros Gerber

Los pasos para obtener dichos ficheros son:

1) Ejecutar *Kicad*.

2) Abrir el diseño que se desee crear los ficheros *Gerber*.

3) Ejecutar *Pcbnew*.

Figura 7.2. Crear ficheros Gerber.

4) Hacer clic en "Trazar HPLH, POSTSCRIPT o GERBER" (icono i de la figura 4.1). Entonces aparecerá una ventana emergente con algunas opciones (figura 7.2). La ventana emergente se denomina "Trazar", porque el fichero incluirá coordenadas que debe seguir la máquina de fabricación asistida por ordenador. Se debe introducir los datos de las caras que se van a incluir: "Cobre", "Interna 1", "Interna 2", etc., algunas opciones extras y la selección del "Formato de Trazado" seleccionando la opción "Gerber".

 © Alfaomega - RC Libros

5) Finalmente se hace clic sobre "Trazar" y se generarán todos los ficheros necesarios de extensión *.*pho*.

Los ficheros creados y su descripción son (puede encontrarlos accediendo al directorio "C/kicad/demos/pic_programmer" puesto que se generan en el directorio de trabajo del proyecto):

- *pic_programmer-Cuivre.pho*: para la cara de cobre (soldadura).
- *pic_programmer-Comp.pho*: para la cara de componentes.
- *pic_programmer-Serigr_Cmp.pho*: para serigrafía de la cara de componentes.
- *pic_programmer.Serigr_Cu.pho*: para serigrafía de la cara de componentes.

7.2.3. Visualización de los ficheros Gerber

Después podrá visualizar cada uno de los ficheros con la aplicación *Gerbview*, que se accede a ella pulsando en su icono correspondiente (figura 2.10) en el editor de proyectos *Kicad*. Entonces haciendo clic en "File/ Load Gerber File" podrá ver los ficheros de extensión *.*pho*.

En la figura 7.3 se muestra el resultado de abrir el fichero *pic_programmer-Sergr_Cmp.pho*.

En la figura 7.4 se muestra la cara de cobre que será después implementada en la placa de circuito impreso, fichero *pic_programmer-Cuivre.pho*.

También puede visualizar ficheros *Gerber* con alguna otra aplicación dedicada, como: *Gerbv* (http://gerbv.sourceforge.net/) o *Gerbmagic* (http://www.bronzware.com/GerbMagic/).

© Alfaomega - RC Libros

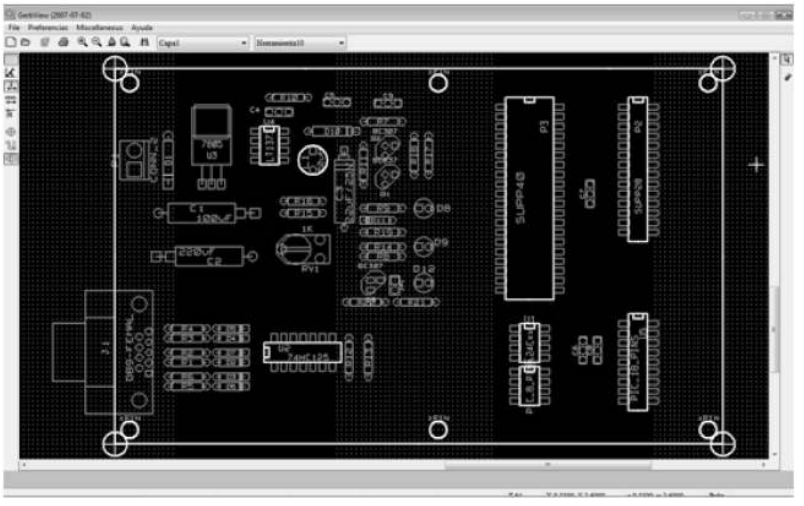


Figura 7.3. Fichero pic_programmer-Serigr_Cmp.pho.

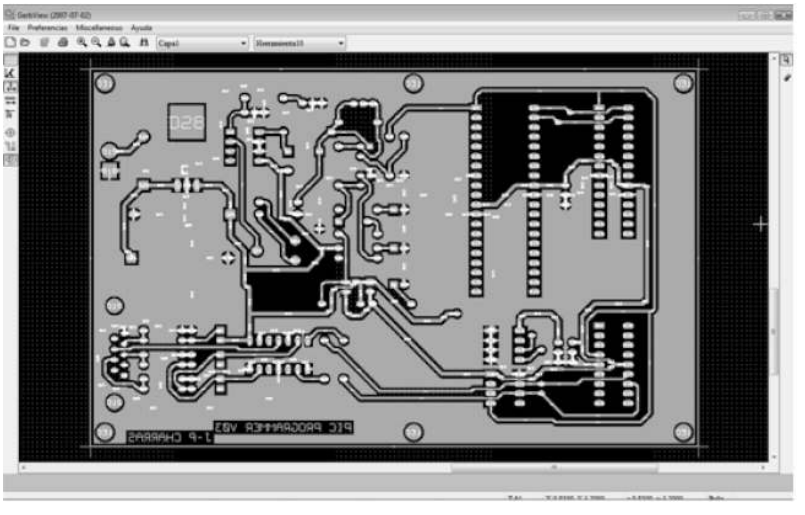


Figura 7.4. Fichero pic_programmer-Cuivre.pho.

7.3. IMPRESIÓN DEL DISEÑO

Una vez creado el diseño, este debe ser imprimido. Por una parte se imprime en papel, para su supervisión y comprobación del tamaño (placa,

© Alfaomega - RC Libros

pistas, isletas, etc.), y por otra parte para la impresión para la creación de la placa de circuito impreso (por insolado o transferencia térmica).

Para imprimir el diseño, hay que hacer clic en "Imprimir Circuito Impreso" (icono h de la figura 4.1). La ventana emergente es la que se muestra en la figura 7.5. En la ventana emergente hay que activar la casilla a la capa a imprimir, después pulsando "Imprimir" se muestra una ventana con las impresoras disponibles, se selecciona la que se desee utilizar y se pulsa el botón de "Imprimir" nuevamente.

Por ejemplo para el diseño del apartado 4.4 (amplificador para radio-receptor) solo es necesario el diseño a una cara. Entonces se selecciona solo la cara "Cobre".

De las opciones del cuadro "escala aproxi" se selecciona "Accucate Scale 1" (que corresponde con una escala 1:1). Del resto de opciones se dejan las que se muestran por defecto. En la figura 7.5 se muestra la ventana de configuración de la simulación para que sirva de referencia.

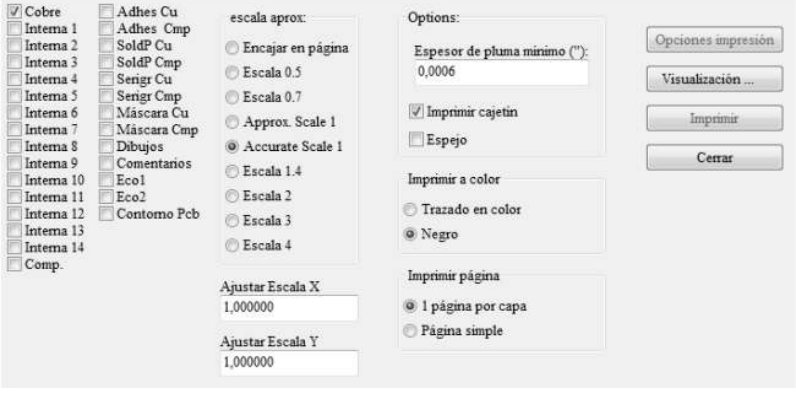


Figura 7.5. Ventana de configuración de impresión.

Puede ser útil pulsar el botón "Visualización…" para obtener una vista previa de lo que se imprimirá. Esto puede servir de ayuda para una primera revisión para detectar algún error o fallo y no tener que desechar fotolitos o folios.

7.4. IMPLEMENTAR PLACA DE CIRCUITO IMPRESO

7.4.1. Transferencia térmica

El método de transferencia térmica sirve para dibujar las pistas sobre una placa virgen, el diseño es impreso mediante una impresora láser en un papel y después por efecto calorífico lo impreso se transfiere a la placa virgen.

Los pasos son los siguientes:

1) Se imprime el diseño sobre papel, el papel a utilizar es de tipo fotografía, puesto que facilita la transferencia. La impresora a utilizar debe ser láser o en su defecto se debe poder imprimir con una impresora de tinta y después se cambia al papel de fotografía mediante una impresora. Las impresiones deben ser realizadas a escala real y en modo espejo por la cara brillante del papel de fotografía.

2) Se debe limpiar la cara sobre la placa virgen para que no haya restos de grasa, suciedad, etc.; puesto que ello impedirá la transferencia sobre la placa. Puede utilizar un estropajo de metal, acetona (eliminar la grasa) o alcohol.

3) Se coloca lo impreso sobre la cara de cobre en la placa virgen.

4) Se aplica calor para realizar la transferencia, se puede utilizar una plancha de la ropa con la opción de "algodón", "sin vapor" y máxima temperatura. Es conveniente fijar el papel a la placa, para evitar fallos por movimiento, mediante cinta adhesiva en las esquinas. A modo de referencia una placa de 10 x 10 puede requerir un tiempo de exposición al calor de 5 minutos, aunque es recomendable realizar unas pruebas para ajustar tiempos.

5) Se debe dejar en un recipiente con agua fría para reblandecer el papel y facilitar su separación. A modo de referencia puede utilizar un tiempo de 10 minutos. Pueden quedar algunos restos de papel adheridos a la placa, que se pueden quitar utilizando un cepillo y

 © Alfaomega - RC Libros

un poco de agua. Se puede utilizar un rotulador permanente para repasar algunas pistas.

6) Se introduce en el ácido que eliminará el cobre que no queda recubierto por el tóner. El tiempo requerido se verá modificado dependiendo del fabricante y del ácido utilizado.

7) Se eliminan los restos de tóner (que cubren las pistas) con algún disolvente.

Este método se utiliza para cuando el tamaño de pistas no sea muy pequeño y se aconseja dejar por lo menos dos centímetros de margen alrededor del circuito ya que no se adhiere bien la tinta en los márgenes, pero para un nivel aficionado o realizar algún prototipo puede ser muy útil.

Se ha mencionado en el paso 1 el uso de papel fotográfico pero también se puede utilizar otro tipo de papel, como el papel cuché, más económico. Aunque los resultados obtenidos son de peor calidad.

También existe en el mercado un papel especial para realizar esta tarea; por ejemplo, el denominado *PRESS-N-PEEL: CIRCUITOS IMPRESOS SIN INSOLACIÓN*, a este método se denomina también *PnP* de planchar y pelar.

Como ventaja se puede comentar que no es necesario el uso de una insoladora, pero si se realizan varias placas de circuito impreso, es más interesante el proceso de insolado, puesto que una vez construida la insoladora se puede utilizar varias veces y así rentabilizar su construcción.

7.4.2. Insolado

El método de insolado sirve para dibujar las pistas sobre una placa fotosensible, el diseño es impreso mediante una impresora láser en un fotolito y después mediante una insoladora se debilita una película fotosensible de tinta donde no lleva cobre.

© Alfaomega - RC Libros

Los pasos son los siguientes:

1) Se imprime el diseño sobre fotolito. Se usa el papel transparente que se utilizaba para transparencias.

2) Se debe limpiar la cara sobre la placa virgen para que no haya restos de grasa, suciedad, etc.; puesto que ello impedirá la transferencia sobre la placa. Puede utilizar un estropajo de metal, acetona (eliminar la grasa) o alcohol.

3) Se coloca lo impreso sobre la cara de cobre en la placa fotosensible, hay que tener en cuenta que la capa de tinta es sensible a la luz y la exposición la debilita, en consecuencia puede hacer inservible la placa.

4) Se introduce en la insoladora que es una caja con tubos fluorescentes de luz ultravioleta. La luz ultravioleta debilitará la película fotosensible. Buscando en internet podrá observar el proceso de creación de una insoladora. El tiempo de aplicación dependerá del fabricante aunque se recomienda realizar algunas pruebas para ajustar tiempos.

5) Se realiza el revelado, para ello hay que dejar la placa en un recipiente con el revelador para eliminar las partes donde incidió la luz ultravioleta. El revelador está formado por hidróxido sódico ($NaOH+H_2O$). Puede encontrar en tiendas de electrónica específicas preparada la disolución o en bolsas para preparar la disolución (añadiendo agua). Aunque se puede utilizar la mezcla de sosa cáustica y agua al 50%. Tras este paso solo quedarán pintadas sobre el cobre las líneas correspondientes a las pistas y a las isletas. El tiempo requerido se verá modificado dependiendo del fabricante y la concentración (añadiendo más sosa cáustica, el revelador irá más rápido). Si se deja un tiempo excesivo en el revelador, también se puede eliminar la capa de tinta que no ha sido expuesta a la luz ultravioleta; es decir, se realiza un mal revelado.

 © Alfaomega - RC Libros

6) Se realiza el atacado. para ello hay que dejar la placa en un recipiente con el ácido que eliminará el cobre que no queda recubierto por la tinta. Puede encontrar en tiendas de electrónica específicas preparada la disolución, o mediante ácido clorhídrico, (salfumán o agua fuerte), agua oxigenada de 110 volúmenes y agua (con 1/3 de cada componente), también se recurre al cloruro férrico (CL_3Fe) conocido como atacador lento. El tiempo requerido se verá modificado dependiendo del fabricante y del ácido utilizado.

7) Se eliminan los restos de tinta (que cubren las pistas) con algún disolvente.

7.4.3. Protección de la placa

Una vez creada la placa (ya sea por transferencia térmica o insolado), hay que proteger las pistas para darle un aspecto limpio con pistas brillantes y evitar el efecto de oxidación en las pistas. Para ello lo puede realizar aplicando una capa fina de barniz soldable (disponible en spray o para pincel).

También se puede realizar mediante el estañeado o plateado (consiste en recubrir todas las pistas e isletas con estaño o plata), este proceso es más caro que con el barniz soldable.

7.5. TIPOS DE PLACAS

En el mercado se disponen de varios tipos de placas en función de sus características, del material utilizado, del número de capas y si disponen de una película fotosensible de tinta.

A continuación, se muestran los ejemplos más utilizados (máximo 2 caras):

- Placa de baquelita de 1 capa.
- Placa de baquelita de 1 capa fotosensible.
- Placa de fibra de vidrio de 1 capa.

© Alfaomega - RC Libros

- Placa de fibra de vidrio de 2 capas.
- Placa de fibra de vidrio de 1 capa fotosensible.
- Placa de fibra de vidrio de 2 capas fotosensible.

El que una placa sea de baquelita o fibra de vidrio indica el material de la placa sobre la que se ha situado la capa de cobre. Prácticamente son iguales, las de baquelita son más oscuras, de color marrón, y las de fibra de vidrio son transparentes. Las de baquelita son un poco más económicas.

La placa de tipo fotosensible son más caras y son las utilizadas para el método de insolado, en las que no lo indica que son fotosensibles son las utilizadas para el método de transferencia térmica o de forma manual (trazado de pistas mediante permanente). Lógicamente, las placas con capa fotosensible son más caras.

7.6. NOCIONES BÁSICAS DE SOLDADURA

Se ha incluido este apartado como complemento a los estudiantes de electrónica que se han iniciado en el diseño de circuitos impresos.

Los pasos son los siguientes:

1) Aplicar calor al terminal de componentes: poniendo en contacto la punta del soldador con el terminal del componente a soldar durante unos pocos segundos para calentar el metal (figura 7.6).

2) Aplicar el estaño: se acerca el estaño al terminal del componente (sin tener contacto con la punta del soldador), entonces el estaño se fundirá y fluirá hasta la base (isleta o pads), quedando en forma de cono (figura 7.7).

3) Alejará la punta del soldador: la soldadura se enfría en segundos, por lo que es importante que durante el soldado el componente permanezca inmóvil (figura 7.8).

 © Alfaomega - RC Libros

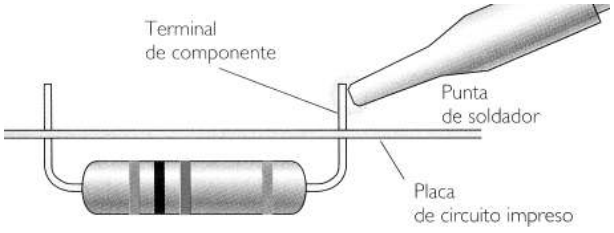


Figura 7.6. Calentar terminal.

Figura 7.7. Aplicar estaño.

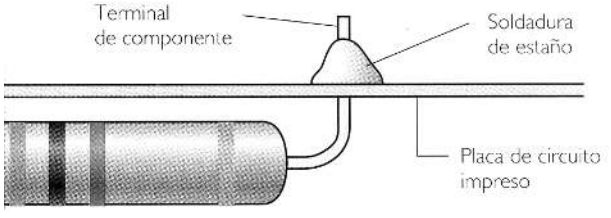


Figura 7.8. Resultado final.

Una mala conexión es la que tiene forma de bola, esto es debido a que se ha acercado el estaño a la punta del soldador, y se ha fundido pero no se ha adherido al terminal, porque no estaba caliente.

Respecto al orden de colocación, se suelen soldar primero las resistencias y condensadores, después los componentes activos (como diodos y transistores), dejando para lo último a los circuitos integrados (por ser más delicados y sufren menos la exposición al calor del soldador).

© Alfaomega - RC Libros

7.7. ACTIVIDADES

1. Busque en catálogos o en distribuidores de electrónica en internet, información sobre las placas de circuito impreso que se ofrecen. Realice una tabla con información sobre:

- Tipos: materiales, baquelita o fibra de vidrio.
- Tamaños disponibles: conocer disponibilidad y no desechar a la hora de crear el diseño.
- Precios: incluye varias referencias de distintas fuentes, incluya si son precios con o sin IVA, y gastos de transporte.
- Materiales asociados: como protección de placa, mini-taladros, brocas, reparador de pistas, etc.
- Otra información que considere importante.

2. Busque en internet información sobre la construcción de una insoladora y el precio de una comercial. ¿Sería capaz de montarse una propia? ¿Lo cree útil?

3. Busque información (bibliografía, internet, enciclopedia, etc.) sobre las posibilidades de montaje de circuitos que se indican a continuación y realice una comparación con la construcción de una placa de circuito impreso (diseñada por ejemplo con *Kicad*):

- Montaje en tela de araña.
- Placas de pistas pretaladradas.
- Placas perforadas.
- Placas del tipo protoboard.

© Alfaomega - RC Libros

4. Busque información en internet sobre papel de transmisión de pista a placa por transferencia térmica, denominados como PRESS-N_PEEL. Incluya información sobre:

- Distribuidores o fabricantes: dirección web.
- Precios IVA incluido: pedido mínimo y gastos de envío.
- Si dispone de manual de uso y recomendaciones.
- Otra información que considere importante.

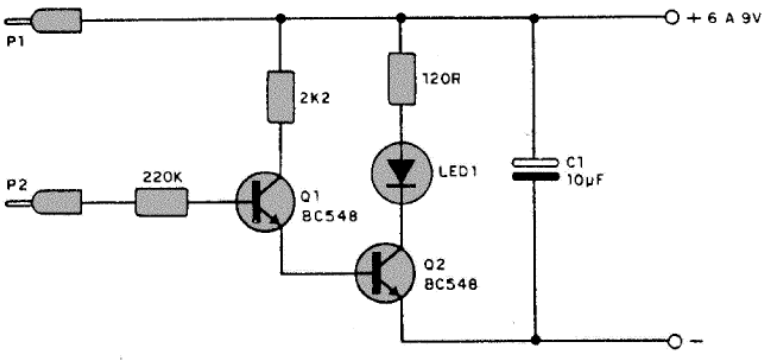


Figura 7.9. Comprobador de continuidad.

5. Partiendo del circuito que se muestra en la figura 7.9 correspondiente a un comprobador de continuidad con diodo led (verifique la continuidad encendiendo el led). Realice las siguientes tareas.

a) Realice el esquema con *Eeschema* con las sondas de prueba para ser incluida en la documentación del diseño, para ello cree un nuevo símbolo, además de incluir los valores reales de los componentes (puede utilizar como referencia la figura 7.9).

© Alfaomega - RC Libros

b) Modifique el esquema para sustituir las sondas por conectores, y realice la asociación con *Cvpcb* para generar el *netlist*.

c) Realice la representación en 3D para utilizar conectores XY128 utilizados en el apartado 6.6.

d) Diseño de la placa de circuito impreso con un tamaño de 30 x 30.

e) Impresión en papel del resultado, compruebe el tamaño de los módulos utilizados para que se ajusten a componentes reales.

f) Implemente la placa de circuito impreso y pruébela.

6. Modifique la placa de circuito impreso del ejercicio 5, para que la pila sea incluida en la placa de circuito impreso. Considere una pila de botón (puede consultar las páginas web de los apartados 6.6 y 6.7 para encontrar módulos y representación en 3D).

7. Cree un proyecto denominado *Modulos_Transistores.pro*. Edite con *Pcbnew* un diseño que solo incluya los módulos correspondientes a transistores, imprímalo en papel y compare dichos módulos con componentes reales. Anote posibles modificaciones (si las considera oportunas) y a continuación ajuste los módulos.

8. Repita el ejercicio 7, pero con componentes pasivos: resistencias, condensadores, condensadores electrolíticos. Guárdelo en un proyecto denominado *Modulos_Pasivos.pro*.

© Alfaomega - RC Libros

CAPÍTULO 8

APLICACIONES ASOCIADAS A KICAD

8.1. INTRODUCCIÓN

Se ha incluido este último capítulo para mostrar más opciones que se pueden obtener con *Kicad* de forma indirecta; es decir, utilizando otras aplicaciones.

Una es el editor de esquemas *TinyCAD* para poder realizar una placa de circuito impreso con un esquema realizado anteriormente, y la otra es *Quick Kicad Library* que le servirá para crear nuevos símbolos de circuitos integrados (de todo tipo) de una forma rápida.

8.2. PASO DE TINYCAD A KICAD

Aunque *Kicad* dispone de un editor de esquemas, también se puede partir de un esquema realizado en la aplicación libre *TinyCAD* (figura 8.1) para crear la placa de circuito impreso con *Pcbnew* (es el editor de placas de circuito impreso de *Kicad*). Comentar que *TinyCAD* es un proyecto de software libre, que sirve para dibujar esquemas en *Windows*, se utiliza para la edición de los esquemas.

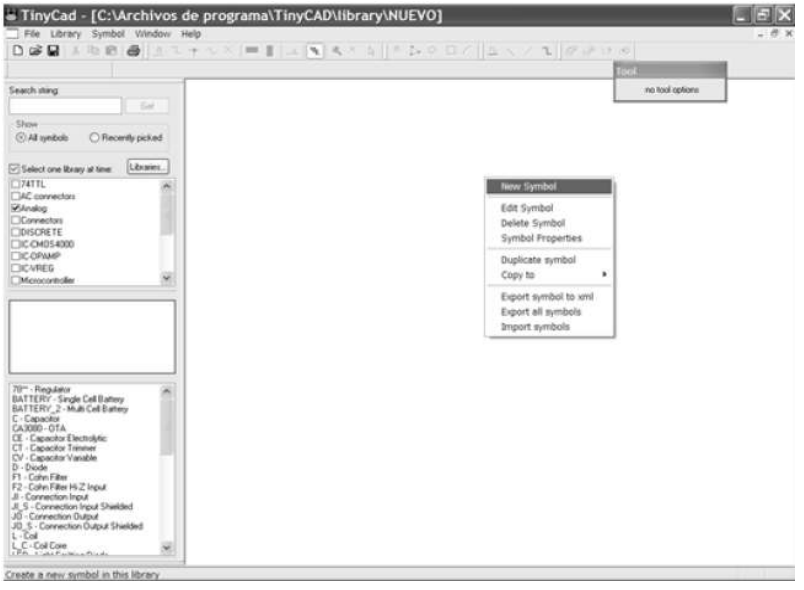


Figura 8.1. Ventana principal de TinyCAD.

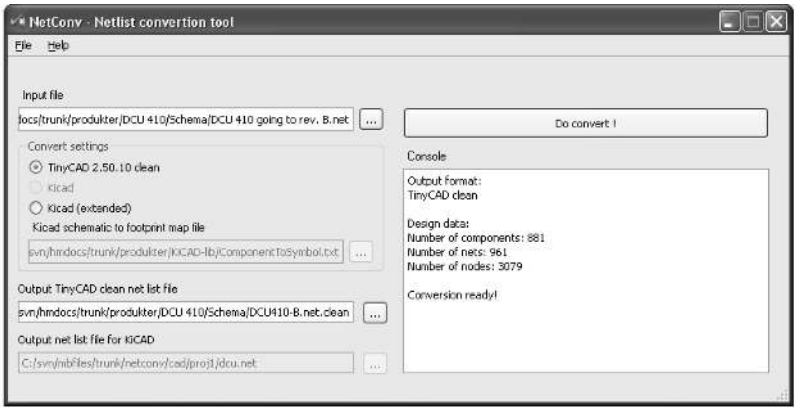


Figura 8.2. Ventana principal de NetConv.

Se puede conseguir la aplicación desde las dos siguientes páginas web: http://sourceforge.net/projects/tinycad/ o http://tinycad.sourceforge.net. El proceso consiste en crear un fichero de *netlist* (un fichero que contiene información sobre los componentes y las conexiones entre ellos). En consecuencia con *TinyCAD* se creará un fichero que después *Pcbnew*

© Alfaomega - RC Libros

reconocerá, el siguiente paso será el mismo que se vio en el apartado "Crear Placa" del capítulo 4.

Para adaptar el *netlist* generado por *TinyCAD,* se necesita la aplicación *NetConv* (figura 8.2), que se puede conseguir desde la dirección web: "http://www.beischer.com/opencad/".

El proceso de conversión es el siguiente:

1) Ejecutar *TinyCAD* y abrir el fichero.

2) Crear el fichero *netlist*. Para ello hay que hacer clic en el menú "Special / Create Net List for PCB program". En la ventana emergente (figura 8.3), se debe seleccionar *TinyCAD* en el menú desplegable "Output file format" para que el fichero *netlist* pueda ser convertido. Después se introduce el nombre del fichero ("Output file") guardando la extensión **.net*, y finalmente haciendo clic en "Export" se generará el fichero *netlist*. Si se desea ver el contenido de dicho fichero, se podrá visualizar mediante cualquier editor de texto (por ejemplo, *notepad.exe*).

3) Ejecutar *NerConv*.

4) Elegir la dirección y el fichero generado en el punto 2, en el cuadro de texto "Input File".

5) Seleccionar la opción *Kicad* (extended)" del cuadro "Convert settings".

6) En "Kicad schematic to footprint map file" hay que seleccionar el fichero que tiene la información que relaciona la referencia del componente con la referencia del módulo. Este paso es similar a la realizada con *Cvpcb*.

7) Pulsar el botón "Do Convert!" para generar el fichero *netlist* que puede ser utilizado por *Kicad*. A continuación se irá mostrando

información sobre el proceso de conversión en la ventana "Console".

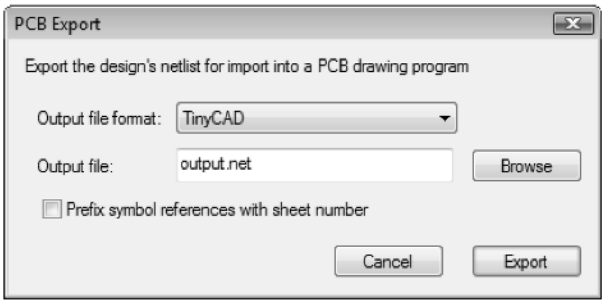


Figura 8.3. Crear netlist con TinyCAD.

8.3. EDICIÓN DE ESQUEMAS CON TINYCAD

8.3.1. Ventana de trabajo

En la figura 8.4, se muestra la ventana de trabajo de la aplicación *TinyCAD*. En donde:

- El punto indicado como 1 se corresponde con los iconos de acceso directo para trabajar sobre el editor de esquemas: zoom, incluir texto, unión de componentes, etc.
- El punto 2 se corresponde con la hoja de trabajo, en donde se realizará el esquema, o la creación del nuevo componente.
- El punto 3 es una herramienta de búsqueda de componentes en las diferentes librerías.
- En el punto 4 se encuentran las librerías disponibles, para utilizar un componente primero se debe seleccionar la librería y después seleccionar el componente.
- El punto 5 muestra el símbolo del componente seleccionado.

© Alfaomega - RC Libros

- En el punto 6 se muestran todos los componentes disponibles en función de las librerías seleccionadas en el punto 4.

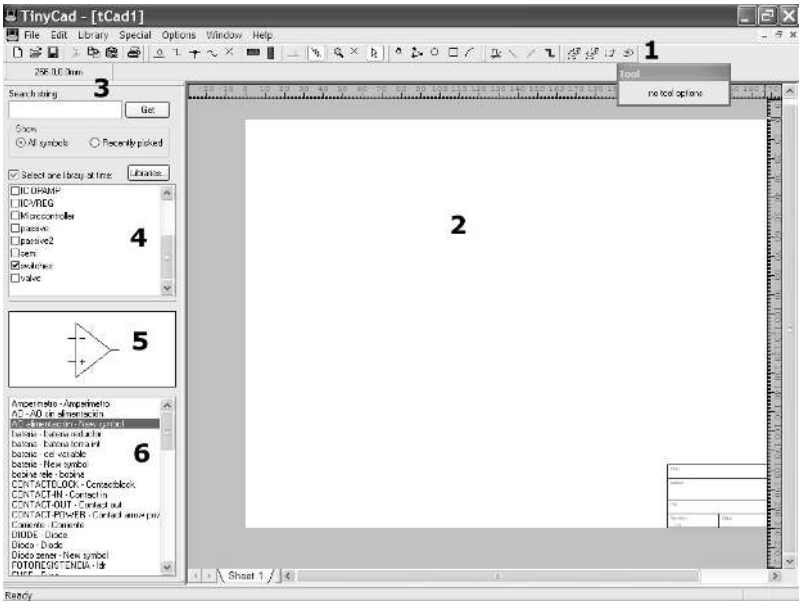


Figura 8.4. Ventana de trabajo TinyCAD.

8.3.2. Modo de trabajo

El modo de trabajo que se comenta es a modo de ejemplo, después cada técnico o usuario que realice el esquema puede tomar esta forma de trabajo o no.

A continuación, se muestran los pasos recomendados:

1) Búsqueda de los componentes necesarios: que se encuentren disponibles todos los componentes que se vayan a utilizar en el esquema, o si se necesita crear un nuevo componente.

2) Colocar todos los componentes que se vayan a utilizar en el esquema: para ello hay que hacer doble clic sobre el componente (punto 6 de la figura 8.4), después haciendo clic sobre la hoja de

trabajo (punto 2 de la figura 8.4), se colocan tantos componentes como sea necesario (figura 8.5).

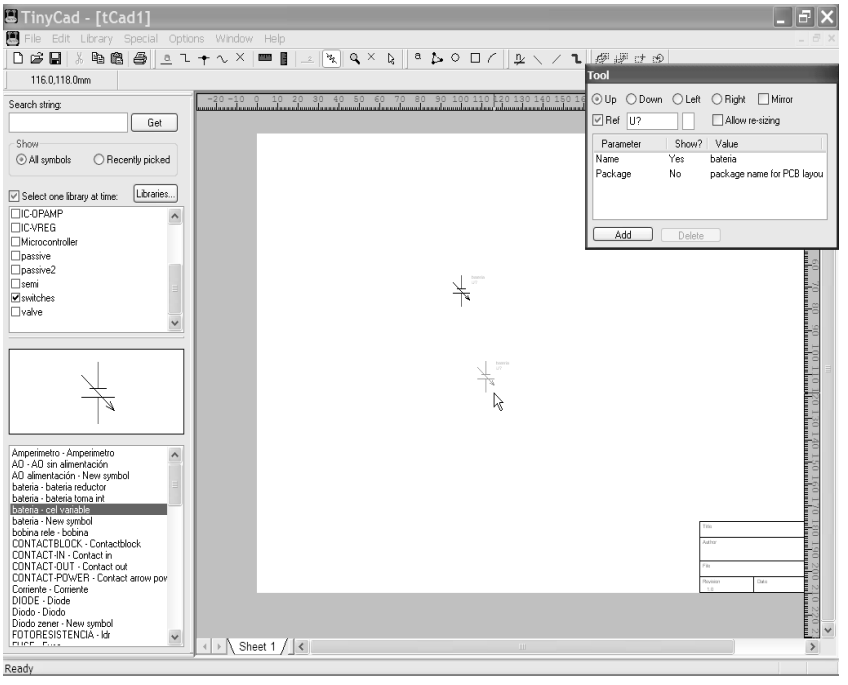


Figura 8.5. Colocación de componentes.

3) Distribuir los componentes: colocar los componentes como se vayan a presentar en el esquema, para ello cuando se colocan en la hoja de trabajo, aparece otra ventana denominada "Tool" (parte superior derecha de la figura 8.5), y se selecciona la orientación seleccionando una opción ("Up", "Down", "Left", "Right" y "Mirror"). Esta ventana aparecerá de forma independiente para cada componente al seleccionarlo sobre la hoja de trabajo.

4) Realizar las uniones entre componentes: hacer clic sobre el icono "*wire*" o pulsando *F2*, después al hacer clic sobre los terminales del componente se pueden ir realizando las conexiones (figura 8.6).

 © Alfaomega - RC Libros

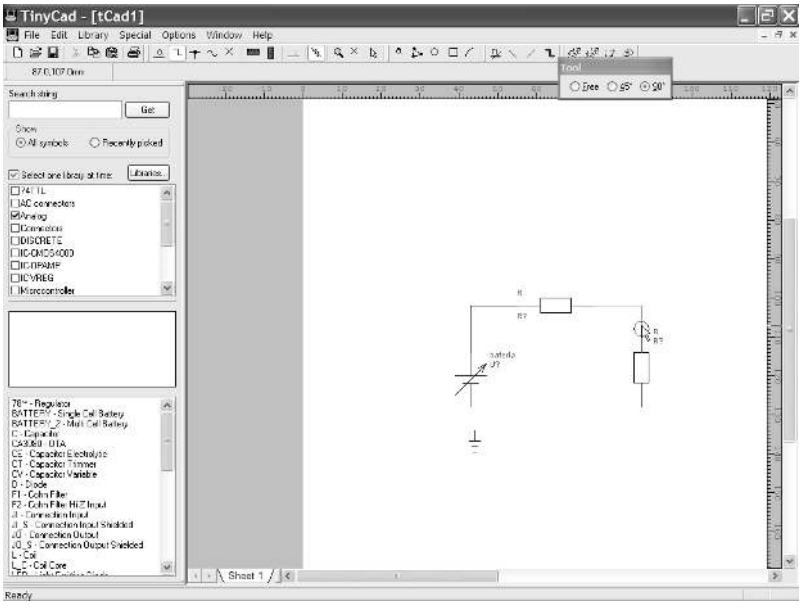


Figura 8.6. Interconexión de componentes.

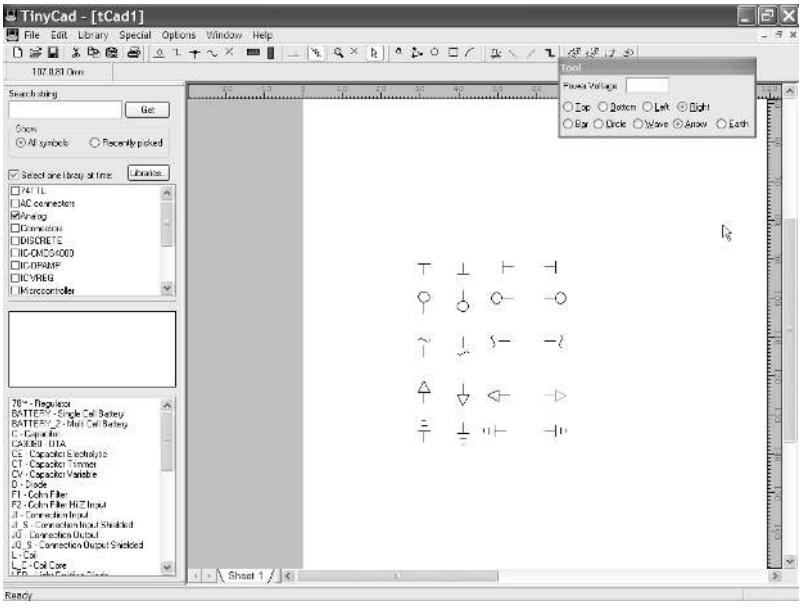


Figura 8.7. Componentes de alimentación.

Para incluir los nombres de referencia de los componentes, se realiza desde la ventana de modificación de componentes (ventana superior derecha de la figura 8.5), teniendo seleccionada la casilla "Ref" y sustituyendo el símbolo "?" por el número del orden que le corresponda (en esta aplicación la numeración no la realiza de forma automática como otras aplicaciones similares, sino que se tiene que realizar manualmente).

Hay componentes específicos de circuitos electrónicos que no se encuentran en ninguna librería, para ello hay que hacer clic sobre el icono "Power" o pulsando *F4*, dichos componentes son terminales de alimentación, se muestran todos los símbolos disponibles en la figura 8.7.

Otra herramienta muy útil es la de añadir texto sobre las líneas de conexión, para ello hay que hacer clic sobre el icono "Label" o pulsando F1.

8.4. QUICK KICAD LIBRARY COMPONENT BUILDER

Accediendo a la página web: http://kicad.rohrbacher.net/quicklib.php, se pueden crear componentes relacionados con los circuitos integrados de una forma rápida. Aunque en el capítulo 5 se describía el proceso de creación de nuevos símbolos, con esta aplicación se reduce el tiempo de creación de símbolos de dispositivos integrados (por ejemplo, un microcontrolador *PIC16F84* que dispone de 18 patillas, con un par de clics de ratón se crea y de la otra forma hay que: dibujar el rectángulo, ir incluyendo todas las patillas, etc.).

El proceso para crear componentes es:

1) Acceder a la dirección web.

2) Incluir las características del integrado en su cuadro de texto correspondiente: nombre, tamaño, número de patillas, márgenes, etc. (figura 8.8).

3) Hacer clic en "Assign Pins" y cambiará la página web (figura 8.9), en donde se podrá definir de forma individual cada una de las patillas: orientación, formato, tipo y tamaño.

 © Alfaomega - RC Libros

4) Hacer clic en "Build Library Component", entonces se creará una nueva librería que contendrá ese único componente.

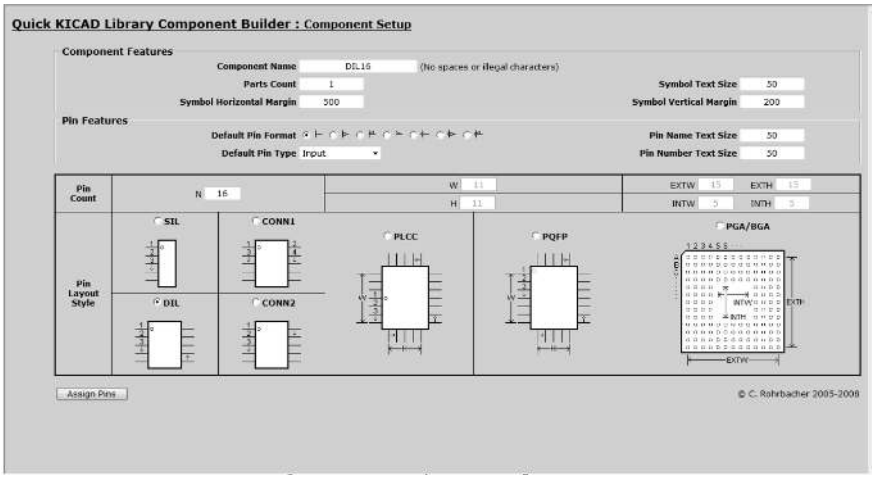


Figura 8.8. Definir componente.

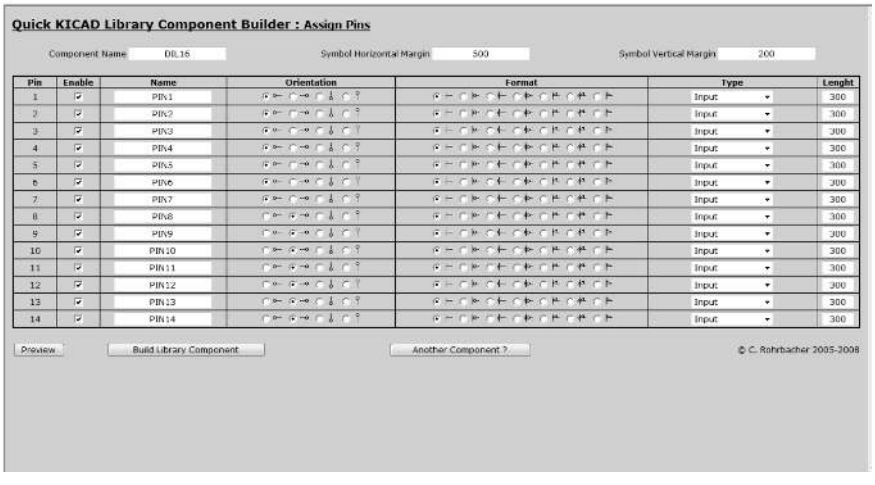


Figura 8.9. Definir patillas.

En la segunda ventana se dispone de dos botones más: "Preview" (permite ver el resultado del nuevo componente creado en una imagen de formato "*.png") y "Another component" (permite volver a la ventana anterior de

definición del componente). Una desventaja es que solo se crea una librería con un componente, pero después se pueden ir añadiendo a otra librería. Ver capítulo 5.

8.5. ACTIVIDADES

1. De las siguientes afirmaciones señale si es verdadera o falsa, en caso de ser falsa justifique la respuesta o indique la página en donde se muestra información para su corrección.

a) Con *Quick Kicad Library* se crean nuevos símbolos y módulos.

b) *Tinycad* es una aplicación similar a *Kicad*, porque se trata de software libre.

c) *Tinycad* es una aplicación de edición de esquemas para *Windows* y *Linux*.

d) La aplicación que convierte el *netlist* de *TinyCAD* a *Kicad* es *Convert_TK*.

e) Al crear el esquema con *TinyCAD* no será necesario crear el *netlist* con *Kicad* para el diseño de la placa de circuito impreso.

4. Instale *TinyCAD* e intente representar algunos circuitos sencillos. Responda a las siguientes cuestiones:

a) Anote en una lista las primeras impresiones sobre la utilidad de *TinyCAD*.

b) ¿Cree que es interesante que se trate de un software libre?

c) Si conoce otras aplicaciones para la edición de esquemas, realice una pequeña comparación con lo visto en los ejemplos.

 © Alfaomega - RC Libros

2. Realice el esquema de la figura 8.10 con *TinyCAD*, que se trata de un comprobador de tensión de batería y después diseñe la placa de circuito impreso con *Kicad*.

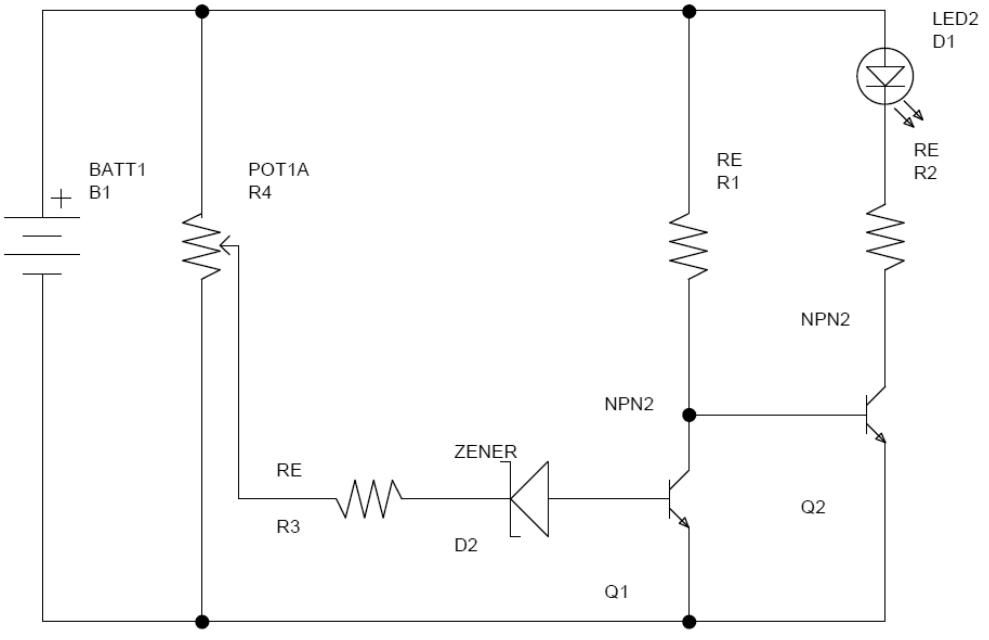


Figura 8.10. Comprobador de tensión de batería.

Se han utilizado los siguientes símbolos y la librería en donde se encuentra:

- Potenciómetro: símbolo *POT1A* en librería *passive*.
- Resistencia: símbolo *RE* en librería *passive*.
- Batería: símbolo *BATT1* en librería *passive2*.
- Diodo led: símbolo *LED2* en librería *passive2*.
- Diodo zener: símbolo *ZENER* en librería *semi*.
- Transistor npn: símbolo *NPN2* en librería *semi*.

© Alfaomega - RC Libros

3. Cree el símbolo para representar al circuito integrado 556, que contiene dos circuitos 555. Utilice Quick Kicad Library Component Builder. En la figura 8.11 se muestra información sobre el integrado.

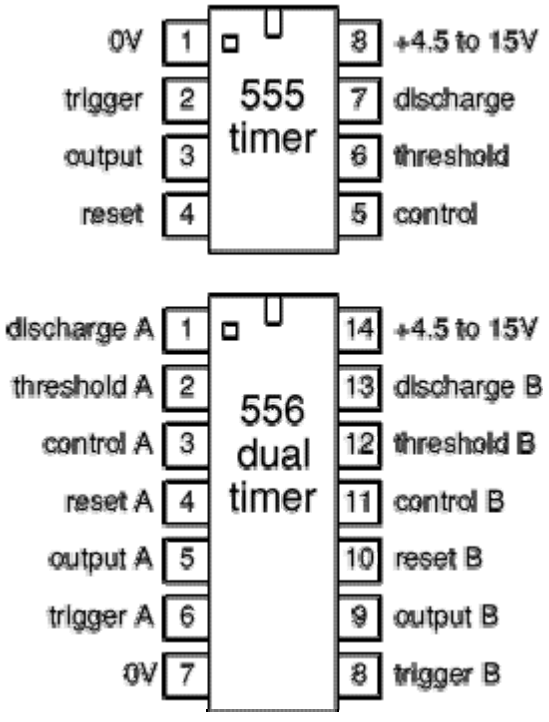


Figura 8.11. Circuito integrado 556.

© Alfaomega - RC Libros

BIBLIOGRAFÍA

LIBROS:

- "Desarrollo de proyectos de productos electrónicos", Juan Ramón Gómez y Antonio Blanco Solsona. ISBN: 94-283-2708-4. Ed. Paraninfo.

- "Electrónica Analógica", Santiago Olvera Peralta y Fernando J. Blanco Flores. ISBN: 84-283-2590-1. Ed. Paraninfo.

- "Desarrollo y construcción de prototipos", Ángel Bueno Martín y Ana I. de Soto Gorroño. ISBN: 84-267-1363-7. Ed. Marcombo.

- "CADCAM", Barry Hawkes. ISBN: 84-283-1679-1. Ed. Paraninfo.

- "Introducción al diseño de circuitos impresos", Aurelio Martín García. ISBN:84-7063-169-1. Ed. Donostiarra, S.A.

- "Selección de componentes en electrónica", Jean-François Machut. ISBN:84-267-1336-X, Ed. Marcombo.

- "Esquemas eléctricos y electrónicos", Francisco Ruiz Vassallo. ISBN: 84-96300-02-1. Ed. Creaciones, Copyright S.L.

- "Creación de nuevos componentes para OrCad 10.3", Miguel Pareja Aparicio. ISBN: 978-84-267-1439-8. Ed. Marcombo.

- "Diseño electrónico con aplicaciones libres o gratuitas para el técnico en electrónica", Miguel Pareja Aparicio. ISBN: 978-84-8454-739-6. Editorial Club Universitario (ECU).

ARTÍCULOS:

- "Conociendo a KICAD", Revista Resistor número 225, Miguel Pareja Aparicio (páginas 16 a 20).

- "Crear placas de circuito impreso con Kicad: amplificador de audio radio-receptor", Revista Resistor número 226, Miguel Pareja Aparicio (páginas 32 a 39).

- "Amplificador de audio de 68W: nuevos componentes para Kicad", Revista Resistor número 227, Miguel Pareja Aparicio (páginas 28 a 35).

- "Kicad Avanzado: aplicaciones asociadas a Kicad", Revista Resistor número 228, Miguel Pareja Aparicio (páginas 37 a 41).

- "Edición de esquemas con la aplicación libre TinyCAD", Revista Resistor número 229. Miguel Pareja Aparicio (páginas 40 a 42, 44 a 46, 48 y 49".

- "Software para el técnico electrónico", Revista Todo Electrónica número 47. Miguel Pareja Aparicio (páginas 53 a 56).

- "Ubuntu y el técnico en electrónica (Ubuntu 7.10)", Revista Mundo Linux, número 102. Miguel Pareja Aparicio (páginas 20 a 23).

- "El laboratorio de electrónica Fedora", Revista Mundo Linux número 108 (páginas 36 a 41) y Revista Resistor número 233 (páginas 38 a 43). Miguel Pareja Aparicio.

© Alfaomega - RC Libros

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1. Módulos para transistores....2
Figura 1.2. Encapsulados para transistores....3
Figura 1.3. Encapsulado bc549....4
Figura 1.4. Encapsulado bd137....5
Figura 1.5. Isleta redonda....6
Figura 1.6. Isletas del componente....6
Figura 1.7. Pistas e isletas....8
Figura 1.8. Implementación física....8
Figura 1.9. Elección de ancho de pista....11
Figura 1.10. Distribución uniforme....14
Figura 1.11. Montajes vertical y horizontal....15
Figura 1.12. Conexión isleta a pista....16
Figura 1.13. Trazado de ángulos....16
Figura 1.14. Isletas o Pads adyacentes....17
Figura 1.15. Evitar ángulos agudos....17
Figura 1.16. Pistas y nodos de forma perpendicular....17
Figura 1.17. Evitar superficies grandes....18
Figura 1.18. Pistas paralelas....18
Figura 1.19. Pistas más cortas posibles....18
Figura 1.20. Obstáculos del componente....19
Figura 1.21. Texto del componente....20
Figura 1.22. Obstáculo PCB....20
Figura 1.23. Texto PCB....21

Figura 1.24. Ventana de edición de esquemas y visualización de la rejilla. 22
Figura 1.25. Capas PCB. 23
Figura 1.26. Capa de serigrafía de colocación de componentes de la PCB. 24
Figura 1.27. Capa de serigrafía de información de conexiones de la PCB. 25
Figura 1.28. Tipos de vías. 26
Figura 2.1. Ficheros de descarga. 33
Figura 2.2. Icono de Acceso Kicad. 35
Figura 2.3. Fichero Kicad-01-01-15.tgz abierto con Ark. 36
Figura 2.4. Descompresión en el directorio recomendado. 36
Figura 2.5. Ventana de propiedades de acceso directo. 38
Figura 2.6. Gestor de proyectos del programa Kicad. 41
Figura 2.7. Gestor de proyectos del programa Kicad, con el fichero de ejemplo pic_programmer. 42
Figura 2.8. Icono Eeschema (Editor de esquemas). 42
Figura 2.9. Icono CvPcb (Asociación de componentes). 43
Figura 2.10. Icono Pcbnew (Editor de placa de circuito impreso y visualización en 3D). 43
Figura 2.11. Icono Gerbview (Visualizador de los ficheros Gerber). 43
Figura 2.12. Esquema del circuito. 44
Figura 2.13. Placa de circuito impreso. 44
Figura 2.14. Visualización en 3D. 45
Figura 2.15. Barra de herramientas. 46
Figura 3.1. Barra de herramientas superior de Eeschema. 51
Figura 3.2. Barra de herramientas derecha de Eeschema. 53
Figura 3.3. Barra de herramientas izquierda de Eeschema. 55
Figura 3.4. Circuito. 56
Figura 3.5. Nuevo diseño. 57
Figura 3.6. Mensaje de advertencia. 58
Figura 3.7. Elección de componentes. 59
Figura 3.8. Lista de componentes que empiezan por LM. 59
Figura 3.9. Lista con librerías. 60
Figura 3.10. Ventana de búsqueda. 61
Figura 3.11. Diseño de circuito de Eeschema. 63
Figura 3.12. Circuito sirena. 65

 © Alfaomega - RC Libros

Figura 3.13. Incluir etiqueta a línea de conexión. 67
Figura 3.14. Circuito con válvulas de vacío. 69
Figura 3.15. Bus en interf_u.sch. 71
Figura 3.16. Ventana de configuración de página. 73
Figura 3.17. Ventana de proyectos de diseño video.pro. 74
Figura 3.18. Ventana de visualizador de jerarquía. 75
Figura 3.19. Bloque esvideo.sch de diseño jerárquico. 75
Figura 3.20. Fichero esvideo.sch. 76
Figura 3.21. Propiedades bloque y nueva página. 77
Figura 3.22. Diseño en bloques. 78
Figura 3.23. Ventana de visualizador de jerarquía. 78
Figura 3.24. Ventana de proyectos de diseño jerarquia.pro. 78
Figura 3.25. Hoja o bloque multivibrador. 79
Figura 3.26. Hoja o bloque potencia. 80
Figura 3.27. Diseño de bloques con pines. 81
Figura 3.28. Propiedades de los pines. 82
Figura 3.29. Tipos de pines disponibles. 82
Figura 3.30. Resultado final. 83
Figura 3.31. Cajetín de la hoja principal. 83
Figura 3.32. Ventana de visualización de librerías 84
Figura 3.33. Fuente de alimentación simple 85
Figura 3.34. Fuente de alimentación con regulador 86
Figura 4.1. Barra de herramientas superior Pcbnew 92
Figura 4.2. Barra de herramientas derecha Pcbnew 93
Figura 4.3. Barra de herramientas izquierda Pcbnew 95
Figura 4.4. Barra de herramientas Cvpcb. 96
Figura 4.5. Patillaje LM386. 97
Figura 4.6. Encapsulado LM386. 98
Figura 4.7. Ventana de crear Netlist. 99
Figura 4.8. Ventana CvPcb. 100
Figura 4.9. Ventana de visualización de módulos. 100
Figura 4.10. Pantalla edición de netlist. 101
Figura 4.11. Mensaje de advertencia. 102
Figura 4.12. Ventana de lectura de netlist. 103

© Alfaomega - RC Libros

Figura 4.13. Colocación de módulos entre los límites. 104
Figura 4.14. Diseño de la placa de circuito impreso Pcbnew. 106
Figura 4.15. Ventana de propiedades de isletas. 107
Figura 4.16. Ventana de edición global de isletas. 109
Figura 4.17. Ventana de edición de tamaño de vías y pistas. 111
Figura 4.18. Menú selección de pistas. 112
Figura 4.19. Cambio de tamaño de segmento en trazado de pista. 113
Figura 4.20. Cambio de tamaño de pista. 114
Figura 4.21. Menú selección de vías. 115
Figura 4.22. Ventana de propiedades de texto. 116
Figura 4.23. Texto para la capa de cobre. 117
Figura 4.24. Ventana de selección de capas. 118
Figura 4.25. Ventana de configuración de relleno de zona. 119
Figura 4.26. Resultado de la placa de circuito impreso. 120
Figura 4.27. Ventana para incluir nuevos módulos. 120
Figura 4.28. Listado de módulos. 121
Figura 4.29. Visualización en 3D. 123
Figura 4.30. Módulos disponibles para diodos. 124
Figura 4.31. Circuito Resistencias.pro. 125
Figura 4.32. Circuito Resistencias.pro. 126
Figura 4.33. Resultado en 3D. 127
Figura 4.34. Circuito Fuente_alimentacion.pro. 128
Figura 4.35. Medidas de resistencia. 129
Figura 4.36. Medidas de condensador axial electrolítico. 130
Figura 5.1. Ventana de Libedit. 132
Figura 5.2. Barra de herramientas superior de Libedit. 134
Figura 5.3. Barra de herramientas derecha de Libedit. 135
Figura 5.4. Ventana de Modedit. 136
Figura 5.5. Barra de tareas superior de Modedit. 138
Figura 5.6. Barra de tareas izquierda de Modedit. 138
Figura 5.7. Barra de tareas derecha de Modedit. 140
Figura 5.8. Símbolo LM3886. 141
Figura 5.9. Medidas encapsulado tipo TA11B. 141
Figura 5.10. Componente modificado y sin modificar. 144

 © Alfaomega - RC Libros

Figura 5.11. Ventana de propiedades de isletas. 147
Figura 5.12. Ventana de edición global. 147
Figura 5.13. Módulo creado. 149
Figura 5.14. Esquema básico con LM3886. 151
Figura 5.15. Añadir nueva librería de Libedit al proyecto. 152
Figura 5.16. Diseño de circuito Eeschema. 153
Figura 5.17. Ventana de configuración CvPcb. 154
Figura 5.18. Añadir nueva librería de Modedit al proyecto. 156
Figura 5.19. Serigrafía de los componentes. 157
Figura 5.20. Resultado de la placa de circuito impreso. 157
Figura 5.21. Visualización en 3D. 159
Figura 5.22. Ventana de nuevo componente. 161
Figura 5.23. Ventana de propiedades de pines. 162
Figura 5.24. Forma de pines. 163
Figura 5.25. Símbolos de instrumentación. 163
Figura 5.26. Módulo ECC-83-1 y nuevo módulo ECC-83. 165
Figura 5.27. Módulo CP20 y nuevo módulo CP70. 165
Figura 5.28. Diseño PCB y tamaño placa. 167
Figura 5.29. Ventana de aportaciones de librerías. 168
Figura 5.30. Ventana de propiedades del módulo. 169
Figura 5.31. Visión en 3D del puente rectificador. 170
Figura 5.32. Puente rectificador SOD28. 172
Figura 5.33. Colección de símbolos. 172
Figura 6.1. Ventana wings. 174
Figura 6.2. Barra de herramientas superior. 176
Figura 6.3. Pantalla principal de la página web de wings3d. 177
Figura 6.4. Ventana de propiedades. 178
Figura 6.5. Cotas del nuevo módulo CP70. 180
Figura 6.6. Cotas del módulo CP10. 180
Figura 6.7. Representación en 3D de c_pol.wrl. 181
Figura 6.8. Cotas del módulo ECC-83-1. 182
Figura 6.9. Cotas del nuevo módulo ECC-83. 182
Figura 6.10. Visualización en 3D sin modificar escala. 183
Figura 6.11. Visualización en 3D con modificación de escala. 184

© Alfaomega - RC Libros

Figura 6.12. Vista inferior de la representación en 3D centrada en la representación de la válvula. 184
Figura 6.13. Componente XY128. 185
Figura 6.14. Visualización en 3D del cambio de representación de conectores. 186
Figura 6.15. Ajuste de tamaño de representación en 3D de la placa de circuito impreso. 188
Figura 6.16. Representación en 3D con placa de circuito impreso. 189
Figura 6.17. Medidas de resistencia. 190
Figura 6.18. Circuito de fuente de alimentación con LM317. 191
Figura 6.19. Circuito de fuente de alimentación LM317 con salida variable. 191
Figura 7.1. Máquina CAM. 195
Figura 7.2. Crear ficheros Gerber. 196
Figura 7.3. Fichero pic_programmer-Serigr_Cmp.pho. 198
Figura 7.4. Fichero pic_programmer-Cuivre.pho. 198
Figura 7.5. Ventana de configuración de impresión. 199
Figura 7.6. Calentar terminal. 205
Figura 7.7. Aplicar estaño. 205
Figura 7.8. Resultado final. 205
Figura 7.9. Comprobador de continuidad. 207
Figura 8.1. Ventana principal de TinyCAD. 210
Figura 8.2. Ventana principal de NetConv. 210
Figura 8.3. Crear netlist con TinyCAD. 212
Figura 8.4. Ventana de trabajo TinyCAD. 213
Figura 8.5. Colocación de componentes. 214
Figura 8.6. Interconexión de componentes. 215
Figura 8.7. Componentes de alimentación. 215
Figura 8.8. Definir componente. 217
Figura 8.9. Definir patillas. 217
Figura 8.10. Comprobador de tensión de batería. 219
Figura 8.11. Circuito integrado 556. 220

 © Alfaomega - RC Libros

ÍNDICE ALFABÉTICO

A
Amplificador, 49, 55, 87, 97,149, 150
Ancho de pista, 9, 10, 11, 12, 30
Ancho isleta, 13, 30
Añadir librería Cvpcb, 154
Añadir librería Eeschema, 151
Añadir librería Pcbnew, 156
Añadir módulo, 92, 112, 121
Añadir símbolo, 52, 53, 77
Autorutado, 117, 118, 128

B
Bus de datos, 70

C
Cajetín, 49, 83, 128
Capas, 7, 22, 23, 25, 26, 30, 92, 98, 108, 115, 118, 194, 203, 204
Copia de seguridad, 40, 164
Crear netlist, 98
Crear placa desde esquema, 96

D
Diseño jerárquico, 69, 72, 73, 75, 80, 82, 83, 87
Distribución de componentes, 14

E
Edición de esquemas con Eeschema, 50
Edición de placa de circuito impreso con Pcbnew, 90
Edición representación 3D, 173
Editar isletas, 106, 109, 147
Editar pista, 114, 158
Editar texto, 143
Encapsulado, 2, 3, 4, 5, 29, 97, 98, 140, 141, 142, 158
Extensión ficheros Kicad, 40

F
Footprint, 1, 92, 105, 123, 128, 135, 179, 185, 186, 211

G
Generar fichero Gerber, 196
Gerber, 23, 31, 43, 91, 193, 194, 195, 196, 197

I
Implementar diseño, 200
Incluir bus de datos, 70
Incluir taladros, 120
Incluir texto, 116
Incluir vías, 115
Insolado, 201, 203, 204
Insoladora, 201, 202, 206
Instalación en Linux, 37
Instalación en Windows, 34

L
Librerías Eeschema, 84
Librerías Pcbnew, 123

N
Nuevo módulo desde cero, 145
Nuevo módulo desde otro módulo, 164
Nuevo símbolo desde cero, 159
Nuevo símbolo desde otro símbolo, 142
Nuevos módulo con Modedit, 145, 164
Nuevos símbolos con Libedit, 145, 159

O
Obstáculo, 1, 19, 20, 29, 112, 160
Obtener librerías, 166, 167, 168, 172, 178, 185, 187

P
Paso de Tinycad a Kicad, 209
Placas de circuito impreso,1, 22, 26, 27, 28, 31, 46, 49, 89, 95, 102, 123, 179, 193, 195, 201, 206, 209, 222

R
Rejilla, 21, 22, 29, 54, 91, 93, 111, 112, 119, 125, 128, 138, 139, 146, 148
Relleno de zonas, 119
Edición esquema Tinycad, 212
Representación 3D, 167
Resultado en 3D, 122, 127, 168

S
Serigrafía, 23, 24, 25, 30, 101, 126, 157, 194, 197,
Soldadura, 9, 15, 18, 23, 106, 107, 194, 197, 204

T
Transferencia térmica, 200, 203, 204, 207
Trazado de pistas, 15, 17, 22, 204

V
Vías, 7, 25, 26, 29, 94, 111, 114, 115, 116, 158
Visualización en 3D, 31, 43, 45, 47, 123, 126, 159, 179, 183, 184,186
Visualizar fichero Gerber, 197

© Alfaomega - RC Libros